



Informační přehledy ÚZPI



PETR MICHAL

BIOPLYN - ENERGIE ZE ZEMĚDĚLSTVÍ

PRAHA 2005

Petr Michal

BIOPLYN – ENERGIE ZE ZEMĚDĚLSTVÍ

Obsah

Úvod	3
Princip tvorby bioplynu	4
Hydrolyza	4
Acidogeneze	4
Acetogeneze	4
Metanogeneze	4
Vlastnosti bioplynu a jeho složení	6
Průběh procesu	6
Skladba živin v substrátu	6
Teplota substrátu	6
Zdroje biomasy pro výrobu bioplynu	9
Technologie a zařízení na výrobu bioplynu	11
Rozdělení technologií na výrobu bioplynu	11
Zdroj organických materiálů	11
Příjem a úprava materiálu	12
Anaerobní reaktorové nádoby na tekutý materiál	12
Bioplynová koncovka	13
Kalová koncovka	13
Technologie na výrobu bioplynu z tekutých materiálů	13
Technologie na výrobu bioplynu z tuhých materiálů	13
Skladování a využití bioplynu	15
Skladování bioplynu	15
Úprava bioplynu	16
Využití bioplynu	16
Spalování	16
Vytápění bioplynem	16
Kogenerace tepla a elektrické energie	16
Zásobování rozvodných plynovodních sítí	16
Vybraná zemědělská zařízení na výrobu bioplynu v České republice a v zahraničí	17
Závěr	21
Seznam literatury	22

ÚVOD

Současná energetická situace ve světě, Českou republiku nevyjímaje, se vyznačuje vysokou poptávkou po energiích a s tím souvisejícím silným nárůstem cen. Tento stav může být rozhodujícím momentem pro investory, kteří chtějí na této situaci profitovat a využít co nejvíce investičních pobídek při realizaci a provozování technologických zařízení na výrobu energií z obnovitelných zdrojů. Zemědělství je bezesporu odvětvím, které má pro výrobu energie z obnovitelných zdrojů největší možnosti a předpoklady. Jedním z těchto velmi perspektivních obnovitelných zdrojů energie je bioplyn.

Tato studie se ve zkratce pokusí shrnout v současné době používané způsoby získávání bioplynu a poslední dostupné informace o významnějších provozovaných nebo plánovaných zařízeních v České republice a okolních státech.

Hlavními důvody využití anaerobní fermentace organických materiálů, jejichž původ je v zemědělství, jsou :

- produkce kvalitních organických hnojiv
- získání vedlejšího zdroje energie
- odstranění negativního vlivu na pracovní a životní prostředí.

Kromě toho je i v Evropské unii podporován rozvoj využití biomasy i jejího pěstování pro energetické účely jako součást řešení ekologických otázek energetiky, problémů zemědělské politiky a politiky rozvoje venkova.²⁾ V jejím rámci by do roku 2010 měla výroba elektřiny a tepla z obnovitelných zdrojů energie v České republice ve srovnání se současným stavem výrazně stoupnout. V současné době leží v České republice ladem kolem půl milionu hektarů zemědělské půdy. Pro naplnění cíle roku 2010 by stačilo využívat přibližně polovinu této výměry. Podle údajů Ministerstva zemědělství České republiky se počítá s výměrou 1,5 milionu ha půdy pro pěstování biomasy pro energetické účely.^{3),14)} Předpokládá se, že do roku 2010 stoupne v České republice podíl elektrické energie z obnovitelných zdrojů v hrubé spotřebě na osm procent, v současné době dosahuje asi poloviční úrovně⁷⁾. To České republice ukládá směrnice Evropské unie. Elektrická energie vyrobená z bioplynu se na tom může podílet velkou měrou.

PRINCIP TVORBY BIOPLYNU

Bioplyn vzniká vyhníváním jako proces rozkladu a přeměny organických látek. K vyhnívání neboli fermentaci dochází bez přístupu vzduchu a ve vlhkém prostředí vlivem působení metanových bakterií - metanogenů. Anaerobní fermentace je biochemickým procesem, sestávajícím z celé řady posloupných fyzikálních, fyzikálně-chemických a biologických procesů. Vytváření bioplynu je konečnou fází biochemické konverze organických látek v anaerobních podmínkách na bioplyn a zbytkový fermentovaný materiál. Proces probíhá při teplotách od 0 °C do 70 °C a na rozdíl od jiných procesů nevzniká při anaerobní fermentaci teplo, ale vyvíjí se hořlavý plyn - metan. Současně s ním se vytváří oxid uhličitý a voda.

V literatuře se uvádí, že lze celý proces rozdělit do čtyř základních fází: ⁸⁾

Hydrolyza

Tato fáze 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

V této fázi dochází k odstranění zbytků vzdušného kyslíku a vytvoření anaerobního prostředí. Tuto přeměnu provádějí fakultativní anaerobní mikroorganismy schopné aktivace v obou prostředích.

Acetogeneze

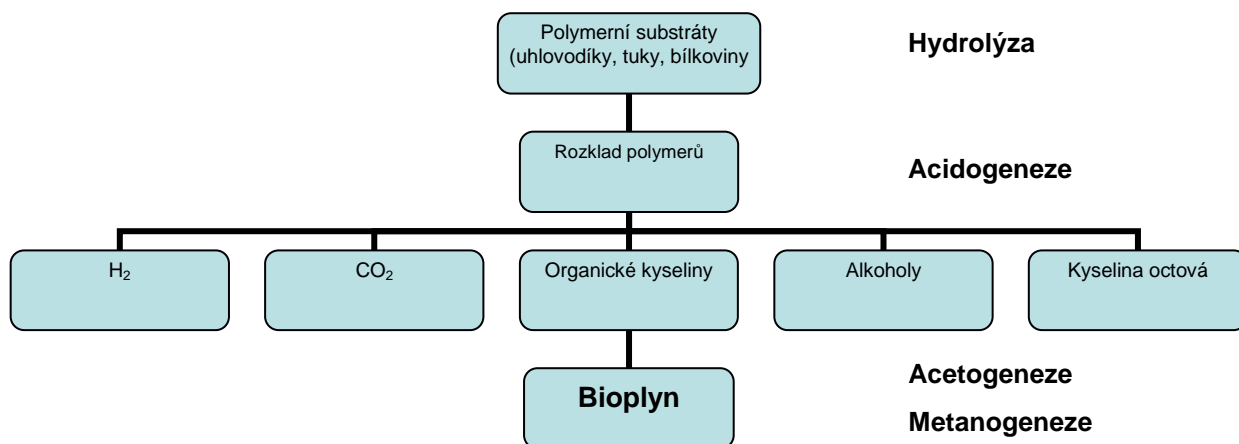
Během této fáze převádějí acidogenní kmeny bakterií vyšší organické kyseliny na kyselinu octovou, vodík a oxid uhličitý.

Metanogeneze

Nyní metanogenní acetotrofní bakterie rozkládají hlavně kyselinu octovou na metan a oxid uhličitý, hydrogenotrofní bakterie produkují metan z vodíku a oxidu uhličitého. Některé kmeny bakterií provádějí obojí.

Optimální rovnováha v kinetice jednotlivých fází, probíhajících s odlišnou kinetickou rychlostí, je důležitá pro stabilitu procesu anaerobní fermentace organických materiálů. Závěrečná metanogenní fáze probíhá asi pětikrát pomaleji než předcházející tři fáze. Proto se musejí velikost a konstrukce fermentoru a dávkování surového materiálu této rychlost přizpůsobit.

Jednotlivé fáze procesu vzniku bioplynu znázorňuje následující schéma:



VLASTNOSTI BIOPLYNU A JEHO SLOŽENÍ

Kvalita bioplynu je určována především poměrem hořlavého metanu a oxidu uhličitého. Z ekonomického hlediska skladování bioplynu je nutné se snažit o co nejvyšší obsah metanu (CH_4) a co nejnižší obsah oxidu uhličitého. Další důležitou složkou bioplynu je sirovodík (H_2S), jehož množství má velký vliv na korozi technologického zařízení a při vyšších podílech vyvolává potřebu jeho odsíření.

Kromě těchto složek se v bioplynu dále nacházejí amoniak, molekulární dusík, vodík a kyslík, jejichž podíl činí 6 až 8 %. Obecně se v literatuře za dosažitelný obsah metanu (CH_4) považuje hodnota 50 až 75 %.⁹⁾

Obsah metanu v bioplynu ovlivňují především následující kritéria:

Průběh procesu

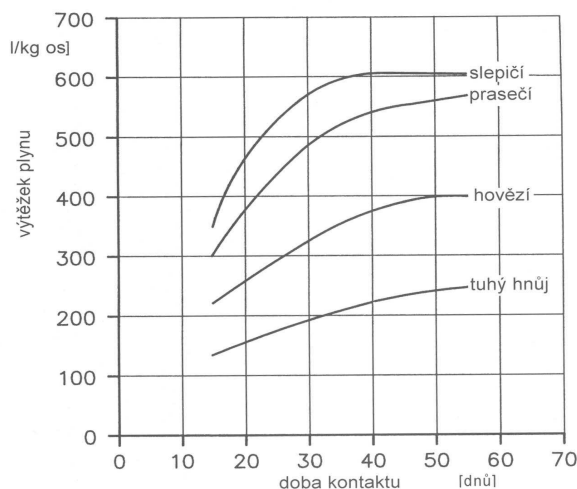
Velmi záleží na tom, zda fermentace probíhá v jednom fermentoru, tedy jednom stupni, nebo ve dvou fermentorech, dvou stupních. Podíl metanu v jednotlivých stupních fermentace se potom podstatně liší, plyn z prvního stupně obsahuje velký podíl oxidu uhličitého, zatímco plyn z druhého stupně obsahuje velký podíl metanu, který může podle literatury dosahovat až podílu 80 %.

Skladba živin v substrátu

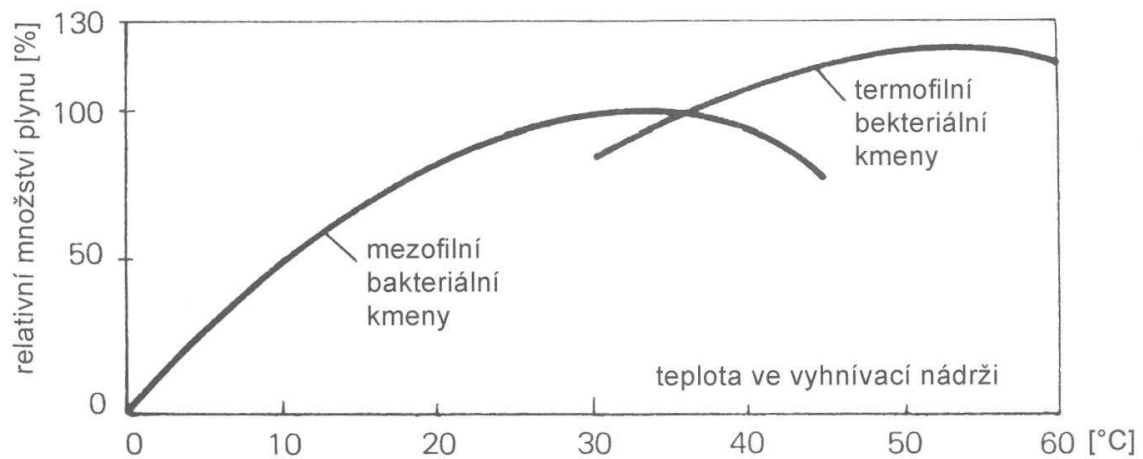
Obsahuje-li substrát látky bohaté na bílkoviny a uhlovodíky, vyrobí se méně bioplynu než z látek obsahujících tuky a proteiny.

Teplota substrátu

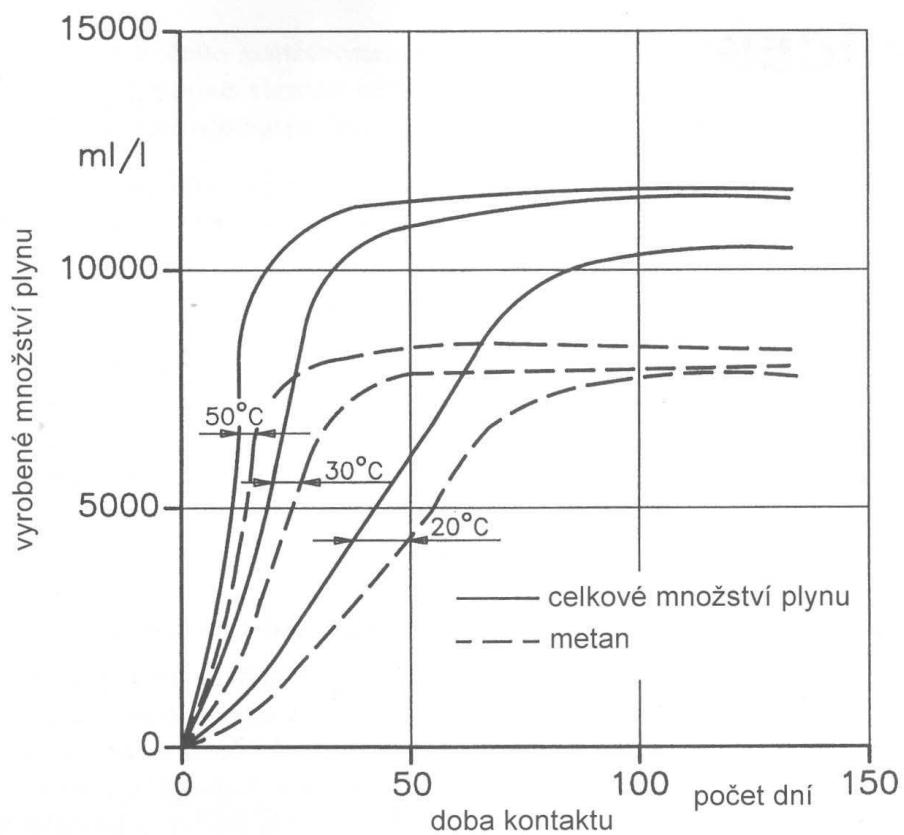
Obsah metanu je podle zkušeností z praxe při teplé a horké fermentaci menší než při fermentaci za nižších teplot.



Specifický výtěžek plynu při termofilním teplotním rozmezí v závislosti na druhu substrátu (slepičí trus, prasečí kejda a hovězí kejda a tuhý hnůj) a době kontaktu



Vliv teploty na dosažitelné množství plynu ve vztahu k hodnotě dosažené při optimálních teplotních poměrech



Vliv teploty vyhnívacího procesu a doby kontaktu na množství a složení vyrobeného plynu

1. Následující tabulka uvádí vybrané fyzikální vlastnosti metanu: ⁸⁾

1	Průměr molekuly	$4 \cdot 10^{-10}$ m
2	Molární hmotnost	16,043 g.mol ⁻¹
3	Relativní molekulová hmotnost	16,043
4	Reálný molární objem	22,3518 m ³ .kmol ⁻¹
5	Hustota plynu (-161,52 °C, tlak 101,352 kPa)	1,819 kg.m ⁻³
6	Hustota plynu (15 °C, tlak 101,325 kPa)	0,7049 kg.m ⁻³
7	Kritický tlak	45,96 bar
8	Kritická teplota	190,53 K
9	Kritický měrný objem	0,0061 m ³ .kg ⁻¹
10	Trojný bod	
	Teplota	90,68 K
	Tlak	0,117 bar
	Skupenské teplo tání	58,720 kJ.kg ⁻¹
11	Bod varu	-161,52 °C
12	Skupenské teplo varu (-161,52 °C, tlak 101,325 kPa)	510,20 kJ.kg ⁻¹
13	Množství plynu z 1 m ³ kapaliny (15 °C, 1 bar)	630 m ³
14	Výhřevnost (ref. teplota spal. 15 °C, tlak 101,325 kPa)	
	Objemová	34,016 MJ.m ⁻³
	Molární	802,69 kJ.mol ⁻¹
15	Spalné teplo (ref. teplota spal. 15 °C, tlak 01,325 kPa)	
	Objemové	37,782 MJ.m ⁻³
	Molární	891,56 kJ.mol ⁻¹
16	Měrná tepelná kapacita c_p ideálního plynu	2,195 kJ.kg ⁻¹ .K ⁻¹
17	Měrná tepelná kapacita c_v ideálního plynu	1,686 kJ.kg ⁻¹ .K ⁻¹
18	Poměr $c_p:c_v$ ideálního plynu (15 °C, tlak 101,325 kPa)	1,301
19	Mez výbušnosti směsi s kyslíkem	555 °C
20	Minimální zápalná energie (vzduch + 8,5 CH ₄)	0,28 mJ
21	Koncentrace s největším nebezpečím vznícení	8,2 % obj.
22	Teoretické množství spal. vzduchu (vzduch : reálný plyn)	9,563 m ³ .m ⁻³ : 17,233 kg.kg ⁻¹
23	Stechiometrické spalování směsi s kyslíkem (20 °C tlak 101,325 kPa)	
	Teplota plamene	2 810 °C
	Maximální spalovací rychlost	3,9 m.s ⁻¹
24	Stechiometrické spalování směsi se vzduchem (20 °C tlak 101,325 kPa)	
	Teplota plamene	1,957 °C
	Maximální spalovací rychlost	0,4 m.s ⁻¹
25	Wobbeho číslo ideálního plynu (0 °C, tlak 101,325 kPa)	53,781 MJ.m ⁻³
26	Wobbeho číslo reálného plynu (0 °C, tlak 101,325 kPa)	53,4568 MJ.m ⁻³

ZDROJE BIOMASY PRO VÝROBU BIOPLYNU

Produkovanou biomasu lze z hlediska jejího získávání rozdělit na dvě základní skupiny - odpadní a záměrně pěstovanou.^{1) 6) 9) 15)}

a) Biomasou záměrně pěstovanou v produkci bioplynu jsou:

- energetické plodiny (šťovík, tritikale, čirok, chrastice rákosovitá, křídlatka, vrby, topoly, olše, akácie a podobně)
- olejnin (nejznámější je řepka olejná)
- cukrovka, obilí, brambory.

b) Biomasou odpadní jsou:

- rostlinné zbytky ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny (sláma kukuřice a obilovin, řepková sláma, zbytky z lučních areálů a nedopasky, zbytky po likvidaci náletových dřevin a odpady ze sadů a vinic)
- odpady z živočišné výroby (exkrementy z chovů hospodářských zvířat, zbytky krmiv, odpady z mléčnic a přidružených zpracovatelských kapacit)
- biologicky rozložitelné komunální odpady (separovaný sběrový papír, kuchyňské odpady, organické zbytky z údržby zeleně a podobně)
- organické odpady z průmyslových a potravinářských výrob (odpady z provozů na zpracování a skladování produktů rostlinné výroby, jateční a mlékárenské odpady, odpady z lihovarů a konzerváren, vinařských a dřevařských provozoven)
- lesní odpady (dřevní hmota z probírek, kůra, větve, pařezy, kořeny po těžbě dřeva, palivové dřevo, klestí, odřezky atd.)

Jak již bylo uvedeno, fermentace a tvorba bioplynu probíhá ve vlhkém prostředí a proto jsou pro anaerobní zpracování vhodné kapalné, mokré materiály, jako jsou kejda, hnůj, zbytky jídla, tuky a podobně. Obecně lze říci, že pro produkci bioplynu ve stávajících technologických zařízeních je optimální obsah sušiny v rozmezí 5 až 15 %. Horní hranice obsahu sušiny je již přípustnou mezí, do které lze substrát ještě čerpat. Důležitým je také poměr uhlíku a dusíku (C : N), který by se měl pohybovat v rozmezí 20:1 až 40:1. Pro zemědělství je důležité, že se většina zpracovávaných materiálů produkuje v tomto odvětví. Důležité je také to, že při výrobě bioplynu lze rovněž využívat kofermentaci, kdy se s materiálem z živočišné výroby současně zpracovávají i materiály jiné. V zemědělství přicházejí jako kofermenty v úvahu zbytky z rostlinné výroby, odpady ze zpracování a rostliny pěstované jako kofermenty, tedy obnovitelné druhy surovin, jejichž pěstování je výhodné na plochách nevyužívaných k zemědělské výrobě, ale lze rovněž pěstovat materiály vhodné ke kofermentaci na ladem ležící zemědělské půdě.⁵⁾ Využívání kofermentů je zajímavé i pro likvidaci kafilerních a jatečních odpadů (i masokostní moučky), protože pokusy naznačují, že dochází i k likvidaci nebezpečných prionů¹⁴⁾.

Následující tabulka uvádí orientační hodnoty denní produkce bioplynu v m³ na DJ u různých kategorií hospodářských zvířat a na tunu u různých materiálů.

2. Orientační hodnoty denní produkce bioplynu¹⁶⁾

Druh zvířat nebo materiálu	Denní produkce bioplynu
Kejda skotu	1,11 m ³ /DJ
Kejda prasat	0,88 m ³ /DJ
Koňský hnůj	1,45 m ³ /DJ
Drůbeží trus	3,75 m ³ /DJ
Silážní kukuřice	240 m ³ /t
Corn-Cob-Mix (CCM)	500 m ³ /t
Žitný šrot	525 m ³ /t
Siláž z celých rostlin obilovin	500 m ³ /t

Velmi důležitým zdrojem materiálu pro výrobu bioplynu jsou biologicky rozložitelné odpady (BRO). Mezi tyto odpady se řadí zejména odpady BRO komunální, zemědělské, zahradnické a lesnické, dále BRO z výroby potravin, papíru a celulózy, zpracování dřeva, kožedělného a textilního průmyslu, dřevěné a papírové obaly a vodárenské a čistírenské kaly. Následující tabulka udává souhrnnou produkci těchto BRO podle skupin katalogu odpadů ze dvou na sobě nezávislých zdrojů, z Informačního systému odpadového hospodářství a z Českého statistického úřadu.

3. Produkce biologicky rozložitelných odpadů v roce 2001¹⁴⁾

Produkce odpadů z vybraných skupin odpadů	% BRO	Množství (t) dle ISOH (2001)		Množství (t) dle ČSÚ (2003)	
		Celkem	BRO	Celkem	BRO
02000000 Odpady z primární produkce zemědělské a zahradnické, z lesního hospodářství, z rybařství a z výroby a zpracování potravin	92,2	6 392 639	5 894 348	988 396	911 301
03000000 Odpady ze zpracování dřeva	81,3	820 616	667 404	971 752	790 034
04000000 Odpady z kožedělného a z textilního průmyslu	38,5	53 433	20 593	250 040	96 265
15000000 Odpadní obaly, sorbenty, čisticí tkaniny, filtrační materiály a ochranné tkaniny jinde neuvedené	27,7	212 131	58 693	254 502	70 497
17000000 Stavební a demoliční odpady	0,3	8 482 248	26 079	10 213 186	30 640
19000000 Odpady ze zařízení na úpravu odpadů, ze zařízení ke zneškodňování odpadů, z čistíren odpadních vod a z vodárenství	26,4	1 468 372	387 149	1 339 840	353 718
20000000 Odpady komunální a jim podobné odpady ze živností, z úřadů a z průmyslu, včetně odděleně sbíraných složek těchto odpadů	46,9	3 975 952	1 866 458	1 277 015	598 920
Úhrnné množství odpadů v přehledu		21 405 391	8 920 724	15 294 731	2 851 375

TECHNOLOGIE A ZAŘÍZENÍ NA VÝROBU BIOPLYNU

Rozdělení technologií na výrobu bioplynu

Podle způsobu dávkování do procesu vstupujícího materiálu lze rozlišovat následující technologie:

diskontinuální - s přerušovaným provozem, cyklické, dávkové a podobně, kdy doba jednoho pracovního cyklu je shodná s dobou zdržení ve fermentoru. Tento na obsluhu náročný způsob se používá především k suché fermentaci tuhých materiálů organického původu.

semikontinuální - kdy je doba mezi jednotlivými dávkami kratší než doba zdržení materiálu ve fermentoru. Tento způsob plnění patří k nejvíce používaným při zpracovávání tekutých materiálů organického původu. Výhodou tohoto postupu je možnost snadné automatizace technologického procesu.

kontinuální - se používá při plnění fermentorů, které zpracovávají organický materiál s velmi malým obsahem sušiny.

Podle podílu vlhkosti materiálu lze technologie rozlišovat jako:⁸⁾

- *technologie na zpracování tuhých materiálů* (podíl sušiny 18 až 30 %, ve výjimečných případech i 50 %),

- *technologie na zpracování tekutých materiálů* s nízkým podílem sušiny 0,5 až 3 % se zápornou energetickou bilancí anebo s vyšším podílem sušiny 3 až 14 % a kladnou energetickou bilancí,

- *technologie na výrobu bioplynu kombinované.*

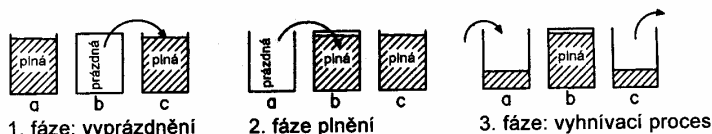
Schéma na následující stránce uvádí jednotlivé možnosti technologických zařízení na výrobu bioplynu.

Technologická linka pro anaerobní fermentaci organických materiálů může mít podle druhu a úpravy zpracovávaného materiálu před přesunem do fermentoru mnoho variant. Struktura hlavních prvků technologické linky na výrobu bioplynu je v současné době následující: ^{8), 4)}

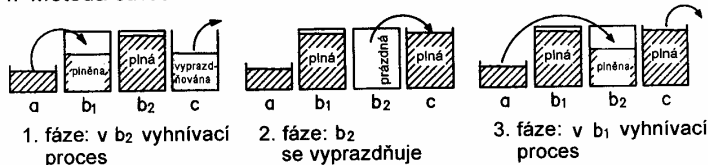
Zdroj organických materiálů

Shromažďování a přeprava organických materiálů do příjmového zásobníku musí být v souladu s tolerovanými výkyvy výkonnosti technologické linky.

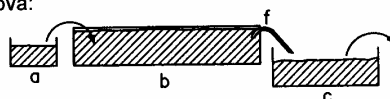
I Dávková metoda:



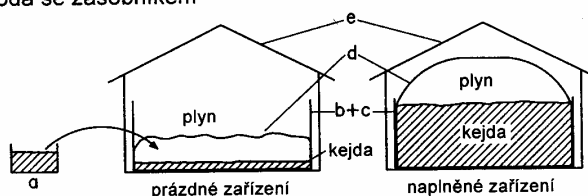
II Metoda střídání nádrží:



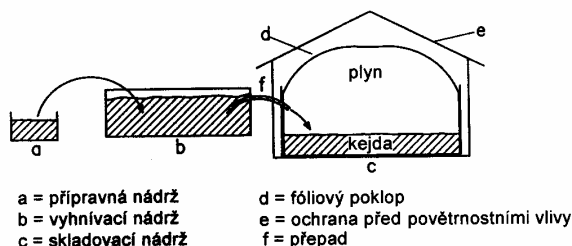
III Metoda průtoková:



IV Metoda se zásobníkem



V Metoda průtoková se zásobníkem na konci



Příjem a úprava materiálu

Nádrže a prostory lze podle potřeby a povahy zpracovávaného materiálu vybavit zařízením na jeho úpravu (separace příměsí, ředění, zahušťování, inokulace, předeřívání, homogenizace, automatizace dávkování do fermentoru atd.).

Anaerobní reaktorové nádoby na tekutý materiál

Rozdělení fermentorů podle jejich charakteristických vlastností (laguna, pravoúhlé fermentory, válcové fermentory, kulové fermentory). Nejjednodušším zařízením je laguna následovaná zakrytým zásobníkem na tekutý materiál. Nejvíce se v současné době používá válcový reaktor s tvarem komolého kužele ve spodní nebo i horní části. Kulovité reaktory se používají sporadicky.

Bioplynová koncovka

Tento soubor technologických zařízení zahrnuje potrubí pro přepravu bioplynu, soubor bezpečnostních zařízení pro zabránění požáru a výbuchu, dmychadla, plynojem a regulační a kontrolní prvky, zařízení na úpravu a čištění bioplynu.

Kalová koncovka

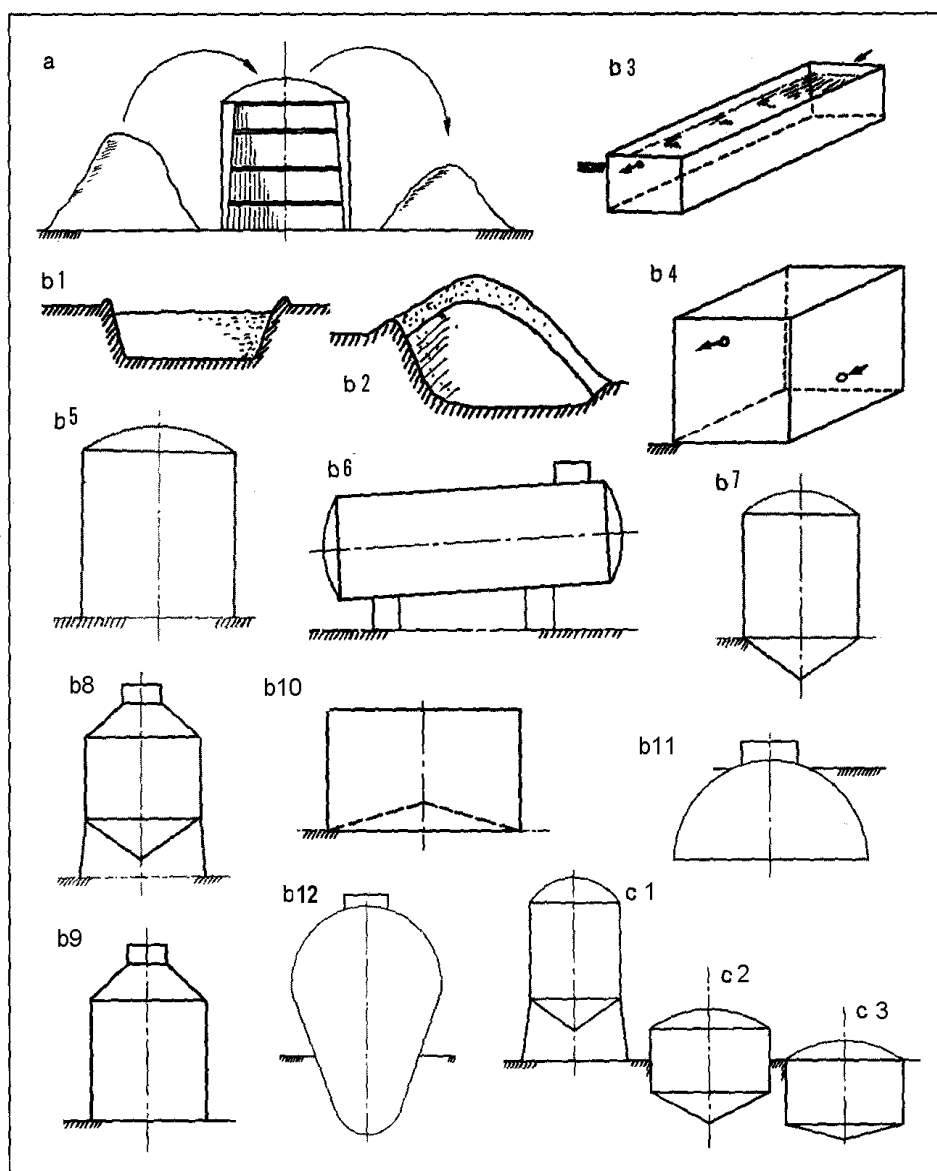
Tento soubor zahrnuje podle charakteristických vlastností materiálu po fermentaci potřebné armatury, čerpadla, sklady, separační zařízení a podobně.

Technologie na výrobu bioplynu z tekutých materiálů

Tento technologický postup výroby bioplynu je nejrozšířenějším způsobem a jak již bylo uvedeno dříve, technologická linka má velké množství možných modifikací. K fermentaci se převážně používají válcové fermentory v sestavách s různými doplňkovými technologickými zařízeními, jejichž konfiguraci určují charakteristické fyzikální a chemické vlastnosti zpracovávaného materiálu. V literatuře lze vyhledat i postupy pro výpočty základních parametrů fermentorů na tekutý materiál.^{8) 10)}

Technologie na výrobu bioplynu z tuhých materiálů

V poslední době se realizovaly také technologie na výrobu bioplynu z tuhých materiálů s obsahem sušiny nad 20 %. Z těchto technologií se nejvíce osvědčil postup VÚZT Praha navržený jako dávkový systém s válcovými fermentory typu "koš a zvon". V Německu v roce 2001 tento postup fermentace tuhých materiálů realizovala firma BioFerm GmbH¹⁴⁾ se sídlem v Moosdorf/Waldmünchen, která postavila bioplynovou stanici s fermentory, do kterých lze při plnění a vyprazdňování zajíždět manipulátory.



- a) třífázový systém (1. aerobní fáze 2 – 7 dní, anaerobní fáze 28 – 32 dní, 2. aerobní fáze stabilizace do doby aplikace),
- b) základní typy fermentorů (1 – laguna, 2 – reaktivní skládka, 3 – žlabový fermentor, 4 – hranolovitý fermentor, 5 – válcový fermentor s horizontální osou, 6 - válcový fermentor s vertikální osou, 7 - válcový fermentor s kuželovým dnem, 8 - válcový fermentor s kuželovým dnem i vrchní částí, 9 - válcový fermentor s kuželovou vrchní částí, 10 - válcový fermentor s negativním kuželovým dnem, 11 – polokulový fermentor, 12 – vejčitý fermentor)
- c) umístění fermentoru v terénu (1 – nadzemní, 2 – polozapuštěný, 3 – podzemní)

SKLADOVÁNÍ A ZUŽITKOVÁNÍ BIOPLYNU

Skladování bioplynu

Velkou výhodou bioplynu oproti jiným nosičům energie je ta skutečnost, že ho lze skladovat a podle potřeby využívat v době, kdy potřeba zapojit špičkové zdroje pro výrobu elektrické energie nebo tepla. Při jeho skladování nedochází na rozdíl od "skladování" solární elektrické a tepelné energie nebo tepla a energie z větru ke ztrátám (tepelné ztráty, vybíjení akumulátorů). Nevýhodou bioplynu je poměrně malá hustota energie v poměru k objemu, kdy 1 m³ bioplynu obsahuje takové množství energie, jako 0,6 až 0,7 l topného oleje.¹¹⁾ Pro beztlakové skladování jsou proto potřeba větší objemy zásobníkových plynojemů. Velikosti plynojemů je potřeba dimenzovat s patřičnou rezervou podle projektované předpokládané produkce bioplynu a podle způsobu využívání vyprodukovaného bioplynu. Bude-li se bioplyn využívat ve k výrobě elektrické energie, je dle literatury potřeba zásobník o objemu 20 % až 50 % denní produkce plynu za předpokladu, že agregát na výrobu elektrické energie je v provozu nepřetržitě při plném zatížení⁹⁾.

Bioplynové zásobníky lze rozdělit podle typu konstrukce a velikosti na:

nízkotlaké zásobníky - nejvíce rozšířený druh zásobníků plynu, zastoupený především ocelovými zásobníky s vodním uzávěrem, který je výhodný také tím, že ve skladovaném plynu udržuje relativně stálý tlak, který je dostatečný pro přímé spalování v kotlích s atmosférickými hořáky a pohon plynových motorů. V poslední době se vzhledem k úspoře nákladů začínají prosazovat foliové plynojemy, jejichž pořizovací náklady jsou nižší a i jejich realizace je z hlediska pracnosti a náročnosti na provedení podstatně výhodnější.

středotlaké a vysokotlaké zásobníky - ocelové zásobníky s tlakem 5 až 20 bar. Používají-li se ke stlačení jednostupňové kompresory, lze na rozdíl od nízkotlakých zásobníků při tlaku 10 bar dosáhnout desetinásobku skladovaného množství. Toto technické řešení ale již vyžaduje regulaci tlaku. Vysokotlaké zásobníky se v zemědělství pro své vysoké náklady nepoužívají.



Kulovitý plynovojem

Úprava bioplynu

Plyn produkovaný ve fermentoru obsahuje při svém výstupu do plynojemu asi 100 % vodní páry a velké množství sirovodíku. Aby se zabránilo korozi potrubí, případně plynojemu, plynového motoru a jiných spotřebičů, musí být v celé soustavě řešeno odstraňování kondenzátu po kondenzaci vodní páry a odsiřování bioplynu. V některých případech se provádí i čištění bioplynu.¹⁴⁾

Zužitkování bioplynu

Spalování

Přímé spalování v hořácích například při vaření nebo v infračervených zářičích se u nás v současné době již nepoužívá.

Vytápění bioplynem

K vytápění bioplynem se používají kotle s atmosférickými hořáky do výkonu přibližně 30 kW nebo dmýchadlové kotle pro větší výkony.

Kogenerace tepla a elektrické energie

V těchto případech se bioplyn využívá ke spalování jako palivo pro pohon spalovacích motorů, které pohánějí generátory na výrobu elektrického proudu. Odpadní teplo z chladicích okruhů těchto motorů a výfukové plyny se pomocí výměníků využívají k teplovodnímu vytápění budov nebo ohřev vyžadujících technologických zařízení. Otázky úhrady za elektrickou energii řeší Zákon 180 Sb., Sbírka zákonů ČR, částka 66 ze dne 5.5.2005 o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie¹⁶⁾.

Zásobování rozvodných plynovodních sítí

Do budoucna se uvažuje rovněž s možností dodávání bioplynu do rozvodných plynovodních sítí. Vzhledem k malým kapacitám výrobních jednotek, doposud malému rozšíření bioplynových stanic a nerovnoměrnosti produkce si tento způsob využití bioplynu ještě vyžádá podrobné zpracování celého koncepčního řešení.

Ve všech zařízeních, ve kterých se skladuje a zužitkovává bioplyn, musí být instalována odpovídající bezpečnostní zařízení (pojistky, hlídače plamene, regulační ventily a podobně). Problematika zužitkování bioplynu není vzhledem ke svému rozsahu, významu a rychle pokračujícímu vývoji v tomto materiálu rozpracována do větší šíře, protože by si zasloužila samostatnou studii.

VYBRANÁ ZEMĚDĚLSKÁ ZAŘÍZENÍ NA VÝROBU BIOPLYNU V ČESKÉ REPUBLICĚ A V ZAHRANIČÍ

4. Zařízení na výrobu bioplynu v České republice⁸⁾ Stav k 1.12.2005

Místo	Reaktorový objem m ³	Zpracovaný substrát m ³ /rok	Produkce bioplynu m ³ /rok	Instalovaný el. výkon MW	Vyrobená el energie MWh/rok
V. Albrechtice	4 250	52 400	1 970 000	0,56	3 500
Třeboň	5 600	51 100	1 200 000	0,23	590
Mimoň	3 100	18 432	1 117 711	0,35	1 635
Plevnice	2 200	23 725	567 800	0,24	820
T. Štěpánov	700	10 220	328 500	0,25	657
Šebetov	3 800	27 800	250 000	0	0
Jindřichov	koše	slamnatý hnůj	200 000	0,1	155
Kladruby	1 020	13 200	170 000	0	0
CELKEM	20 670	196 877	5 804 011	1,73	7 357

5. Zařízení na výrobu bioplynu v Bavorsku¹⁶⁾ Stav k 30.6.2005

Místo	Provozovatel	Výkon a palivo	Odběratel tepla
Zařízení na výrobu bioplynu Taufkirchen	Místo: 82024 Taufkirchen Kontaktní osoba: SV Energie-erzeugung GmbH - vedení pan Josef Wagnmüller, telefon 089/61209290, Tegernseer Landstrasse 84, 82024 Taufkirchen	Celkový výkon: 177 kW _{th} , 15 kW _{el} , výkon bioplynu 17 kW _{th} , 15 kW _{el} Jmenovitý výkon kotle na dřevo 160 kW _{th} Palivo: Bioplyn, štěpka z lesního odpadu	Zásobované objekty: Bytové jednotky, podnikatelské subjekty
Zařízení na výrobu bioplynu Appenfelden	Místo: 91483 Appenfelden Kontaktní osoba: BENS Bio-Energie-Netzwerk-Steigerwald GbR Pan Michael Binder, 09556/351, Appenfelden 1, 91483 Oberscheinfeld	Výkon: Výkon bioplynu 337 kW _{th} , 223 kW _{el} Palivo: Kejda skotu, drůbeží trus	
Zařízení na výrobu bioplynu Roding	Místo: 93426 Roding Agrarenergie Roding e G. Kontaktní osoba: Pan Zollner, 09461/910259, Schorndorfer Str. 58, 93426 Roding	Celkový výkon 2.520 kW _{th} , 126 kW _{el} , výkon bioplynu 126 kW _{el} , 220 kW _{th} ; Jmenovitý výkon kotle na dřevo 800 kW _{th} Palivo: Štěpka z lesního odpadu, odpadní dřevo z pily bioplyn: rostlinné zbytky, kejda, výpalky z brambor	Zásobované objekty: Palírna, nemocnice, stavební dvůr, domov důchodců
Zařízení na výrobu bioplynu Ettling	Místo: 94522 Ettling-Wallersdorf Kontaktní osoba: Altmann, Bauer, Eberhard, Göschl GbR Pan Gottfried Göschl, 09955/9300-311, Klöpfstraße 8, 94522 Ettling-Wallersdorf	Celkový výkon 606 kW _{th} -výkon v top., 195 kW _{el} , 280 kW _{th} Palivo: Bioplyn z kejdy prasat, slepičí trus, odpady ze zeleniny, odpadní brambory, posečená tráva, silážní kukuřice	
Zařízení na výrobu bioplynu Schwarzenau	Místo: 97359 Schwarzenau Kontaktní osoba: Main Franken Hof Schwarzenau GmbH Pan Sendner, 0931/20022-24, Alte Straße 2, 97359 Schwarzenau	Výkon: Celkový výkon 140 kW _{th} , 100 kW _{el} Palivo: Bioplyn z kejdy prasat, kejda skotu, koňský hnůj, slupky z brambor	Zásobované objekty: úprava brambor

6. Zařízení na výrobu bioplynu (v provozu) v Meklenbursku-Pomořansku¹⁶⁾
Stav k 20.6.2005

Místo:	Provozovatel	a) elektrický výkon b) tepelný výkon
Sauenanlage Vogelsang	Statek Vogelsang Dr. Gey & Sohn GbR Str. d. Jugend 20 18279 Lalendorf	a) 190 KW b) 235 KW výkon v topeništi 522 KW
Dorfstraße 18292 Dobbin-Linstow OT Groß Bäbelin, Todendorf	Zemědělský podnik Karin Oevermann Schweriner Str. 1a 19067 Liessow Výkrmna prasat Todendorf e.G. An der Landstr. 24 17168 Todendorf	a) 180 KW b) 240 KW výkon v topeništi 420 KW a) 400 KW b) 450 KW výkon v topeništi 994 KW
Steinhagen	Stáj pro dojnice Steinhagen AG Alte Dorfstr. 38 18246 Steinhagen	a) 320 KW b) 402 KW výkon v topeništi 864 KW
Dölitz	Agrární družstvo e.G. Boddin Groß-Lunower-Str. 28 17179 Boddin	a) 50 KW b) 72 KW výkon v topeništi 150 KW
Lüchow	Bratři Pommerehne GbR Nr. 4 17179 Lüchow	a) 300 KW b) 375 KW výkon v topeništi 750 KW
Nedderhufer Schlag 1 18233 Neubukow	BEVG Biogaserzeugungs-u. verwertungsgesellsch. mbH Kühlung-Salzhaff	a) 940 KW b) 1,23 KW výkon v topeništi 2,56 KW
Benitz	GGAB Agrarbetrieb Groß Grenz GmbH Dorfstr. 1a 18258 Benitz	a) 110 KW b) 224 KW výkon v topeništi 467 KW
Güstrow	Nordzucker AG Verbindungschaussee 18273 Güstrow über BHKW W. Pfeiffer und Kotzbauer GbR Kirchweg 21 18230 Rerik	a) 335 KW
Kobande	Agro Service GmbH & Co. KG	a) 511 KW b) 679 KW výkon v topeništi 1,4 KW (2,5 MW nově povoleno)
Goldenstädt, OT Jamel	Landgas GmbH Mirow 19077 Lübesse Schweriner Str. 1	a) 469 KW b) 646 KW
Karbow-Vietlütbe	Vietlütbe Biogas GmbH	a) 2x110 KW b) 2x176 KW
Kogel	SBR Schaalsee Biogas& Recycling GmbH	a) 1,413 MW b) - výkon v topeništi 3,375 MW
Rastow	LEG Rastow e.G - Biogas Rastow GmbH	a) 0,240 MW b) 0,666 MW
Wittendörp	Energiegewinnung Karft GmbH	a) 0,55 MW b) 1,533 MW
Böken	Biogas Böken GmbH	a) 0,524 MW b)- výkon v topeništi 1,373 MW
Zařízení na výrobu bioplynu Dewitz	Biogasanlage Dewitz GmbH 17094 Lindetal / OT Dewitz Dorfstraße 11	a) 0,18 KW b) 240 KW
Zařízení na výrobu bioplynu Dolgen	T. Böckermann, 17258 Dolgen, Dorfstraße 85	a) 320 KW b) 840 KW

6. Zařízení na výrobu bioplynu (v provozu) v Meklenbursku-Pomořansku - (pokračování)
Stav k 20.6.2005

Místo:	Provozovatel	a) elektrický výkon b) tepelný výkon
Zařízení na výrobu bioplynu Pasenow	GbR Pasenow 17349 Pasenow, Dorfstr. 50b	a) 250 + 250 KW b) 330 + 330 KW
Woserow	Agrární družstvo Anklam (MVA Woserow) 17389 Anklam	a) 500 KW b) 700 KW
Barth - Planitz	Biogas Barth GmbH Barth, Planitz 6 18356 Barth	a) 700 KW b) 920 KW výkon v topeništi 1,09 KW
Pastitz/Rügen	AEP Alternative Dünger- u. Energieproduktion GmbH Dorfstraße 8 18581 Putbus	bloková teplárna s výrobou elektr. energie -Modul 1 a)500 kW b)875 kW bloková teplárna s výrobou el. energie- Modul 2 a)495 kW b)740 kW celkový výkon zařízení a) 973 kW b) 1,239 MW
Sagard	Nehlsen Entsorgungs GmbH Rügen Kurzer Weg 2 18573 Samtens	a) 470 KW b) 700 KW výkon v topeništi 1,33 KW
Biogasanlage MVA Wolkow	Landtechnik Wolkow GmbH	a) 311 KW b) 350 KW
Zařízení na výrobu bioplynu Klockow	Biogas Gropp GbR Klockow Nr. 14	a) 37 KW b) 56 KW
Zařízení na výrobu bioplynu Ballin	Saatzucht Steinach Alte Schmiede 22 OT Ballin 17349 Lindetal	a) 175 KW b) 517 KW
Zařízení na výrobu bioplynu Neuenkirchen	Milch- und Viehwirtschaft GmbH Neubrandenburger Str. 14 17039 Neuenkirchen	a) 65 KW b) 90 KW
Zařízení na výrobu bioplynu Wendisch Priborn,	Schmack- Biogas Wendisch Priborn AG, Bayernwerk 8, 92421 Schwandorf	a) 175 KW b) 153 KW
Zařízení na výrobu bioplynu Friedrichsruhe	Landwirtschaftliche Erzeuger- und Absatzgemeinschaft e.g. Friedrichsruhe (LEAG), Hauptstr. 15a, 19374 Friedrichsruhe	a) 185 KW b) 153 KW
Zařízení na výrobu bioplynu 19243 Karft Frachtweg 1	Energiergewinnung Karft GmbH & Co.KG, 19243 Karft Frachtweg 1	a) 511 KW b) 888 KW výkon v topeništi 1,4 KW
Zařízení na výrobu bioplynu 19246 Neuhof Hauptstr. 43	Schmack Biogas AG	a) 100 KW b) výkon v topeništi 250 KW
Zařízení na výrobu bioplynu 19230 Schwechow Im Park 1	Richard Hartinger Schwechow Im Park 1	a) b) výkon v topeništi 200 kW
Zařízení na výrobu bioplynu 19243 Warschow Hof Zieger	Wolfram Zieger 19243 Warschow Hof Zieger	a) b) výkon v topeništi 80 kW

6. Zařízení na výrobu bioplynu (v provozu) v Meklenbursku-Pomořansku - (pokračování)
Stav k 20.6.2005

Místo:	Provozovatel	a) elektrický výkon b) tepelný výkon
Zařízení na výrobu bioplynu 19357 Dambeck Ausbau I	Schmack Biogas AG Dambeck Ausbau I	a) 55 KW b) 75 KW výkon v topeništi 180 KW
Zařízení na výrobu bioplynu 19260 Klodram Dorfstr. 34 a	Agrární družstvo Klodram e.G Klodram.	a) 500 MW b) - výkon v topeništi 1,25 MW
Zařízení na výrobu bioplynu 23936 Testorf- Steinfort Dorfstraße 31	Schmack- Biogas- AG, Bayernwerk 8 92421 Schwandorf, Tierhaltungsanlage MVA Boothmann & Greve	a) 180 KW b) 240 KW výkon v topeništi 493 KW

ZÁVĚR

Problematicke produkce bioplynu se v posledních letech, ale zejména v posledním desetiletí, věnuje vysoká pozornost. Zatížení životního prostředí, způsobeném velkou měrou spalováním fosilních paliv, se v posledních padesáti letech zvyšuje exponenciálně a způsobuje nárůst průměrných teplot na Zemi se všemi jeho negativními dopady. Česká republika je jako člen Evropské unie vázána unijními předpisy, které členskými státy v následujících letech striktně předepisují minimální produkci energie z obnovitelných zdrojů, mezi které bioplyn nesporně patří, a zařadila se tak mezi státy, které se vydaly na cestu postupného snižování zátěže životního prostředí. Tato studie shrnuje poznatky o moderních, na vědeckých poznatcích založených technologiích produkce bioplynu a trendech současného směru vývoje především v České republice a v evropských státech. Velkým přínosem je, že kromě produkce energie dochází současně k produkci jiných, zejména pro zemědělskou produkci důležitých a někdy i nedostatkových složek, a k likvidaci vedlejších, v zemědělství nebo i potravinářství vznikajících vedlejších produktů, které mohou v surovém nezpracovaném stavu představovat zátěž pro životní prostředí nebo i dokonce vznik nakažové situace, nebezpečné pro člověka nebo hospodářská zvířata. Cenovým rozhodnutím ERÚ č. 10/2004 ze dne 29. listopadu 2004 byly stanoveny minimální ceny elektřiny a souvisejících služeb při výrobě elektrické energie z obnovitelných zdrojů, kdy za 1 MWh elektrické energie vyrobené spalováním bioplynu a dodané do sítě je od 1.1.2004 stanovena zaručená cena ve výši 2.420,- Kč.¹⁷⁾ Toto opatření podporuje nastoupený trend produkce energie z obnovitelných zdrojů a vytváří předpoklady pro její ekonomickou efektivnost.

Problematika produkce bioplynu v zemědělství je natolik široká, že z časových důvodů a omezené časové dostupnosti řady pramenů nebylo v rámci studie možno rozpracovat jednotlivé části podrobně a ani to není jejím účelem. Má poskytnout rámcový přehled nejdůležitějších faktorů, které mají na produkci bioplynu v zemědělství nejdůležitější vliv a upozornit na realizované bioplynové stanice a jejichž realizace byla zveřejněna a které mohou zájemci případně navštívit.

SEZNAM LITERATURY

- 1) Bericht das 10. Alpenländische Expertenforum: Biogasproduktion - alternative Biomasse-nutzung und Energiegewinnung in der Landwirtschaft, sborník, 2004
- 2) Die Landwirtschaft als Energieerzeuger, sborník přednášek, 2004
- 3) Energetické využívání biomasy, Česko-německá obchodní a průmyslová komora, sborník přednášek, 2004
- 4) GRUBER: Biogasanlagen in der Landwirtschaft, 2005
- 5) MOHAMED ABDEL-HADI: Methangewinnung aus Nahrungsmittelabfällen und Betari-ben durch Kofermetation, 2003
- 6) MORAR: Verfahrenstechnische Untersuchungen zur anaeroben Behandlung von Brenne-reischlempe, 2003
- 7) Možnosti energetického využití biomasy, sborník příspěvků ze semináře Ostrava, 2005
- 8) PASTOREK, KÁRA, JEVIČ: Biomasa - obnovitelný zdroj energie, 2004
- 9) SCHULZ, EDER: Bioplyn v praxi, 2004
- 10) STRAKA: Bioplyn - příručka pro výuku, projekci a provoz bioplynových systémů, 2003
- 11) TECHAGRO 2004, mezinárodní seminář: Biopaliva, methylestery a směsná paliva, sbor-ník přednášek, 2004
- 12) TRIMBORN, GOLDBACH, CLEMENS, CUHLS, BREEGER: Reduktion von klima-wirksamen Spurengasen in der Abluft von Biofiltern auf Bioabfallbehandlungsanlagen, 2003
- 13) VÚZT Praha, Sborník přednášek - Zemědělská technika a biomasa, 2003
- 14) Výroba a využití bioplynu, Česko-německá obchodní a průmyslová komora, sborník přednášek, 2004
- 15) WEGER, HAVLÍČKOVÁ: Biomasa - obnovitelný zdroj energie v krajině, 2003
- 16) www.carmen-ev.de/dt/energie/beispielprojekte/pro_ener.pdf
- 17) Zákon 180 Sb., Sbíрка zákonů ČR, částka 66 ze dne 5.5.2005 o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie