

Bioplyn z odpadu živočišné výroby

Roman Kozel

Bakalářská práce
2006



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

nascannované zadání s. 1

nascannované zadání s. 2

ABSTRAKT

Tato práce je zaměřena na bioplyn, který vzniká z odpadu živočišné výroby. Je popsán jeho vznik, druhy materiálů, ze kterých může vznikat a technická zařízení, která jsou potřebná pro jeho výrobu. Velká pozornost je věnována jeho využití jako zdroje energie a je rozebráno, v jaké míře se využívá v zahraničí a v České republice. V poslední části se zaměřuje na to, jaká je podpora a propagace využívání v České republice.

Klíčová slova: bioplyn, bioplynová stanice, odpad z živočišné výroby, anaerobní vyhnívání

ABSTRACT

This work is about biogas which is produced from the waste of the livestock production. Rise, kind of materials which biogas can be produced and technical equipment which we need for its production are described. Big part of this work is about utilization of biogas and rate of exploitation in Czech Republic and in the world is parsed. In the end it makes reference to support and propagation of exploitation in Czech Republic.

Keywords: biogas, biogas station, waste from the livestock production, anaerobic digestion

Děkuji vedoucí práce Ing. Marii Dvořáčkové, Ph.D., za náměty, cenné rady a připomínky, které mi poskytovala při zpracování daného tématu.

OBSAH

ÚVOD	8
1. BIOPLYN	9
1.1 CHARAKTERISTIKA BIOPLYNU	9
1.2 PROCESY VEDOUcí KE VZNIKU BIOPLYNU	9
1.2.1 Hydrolýza.....	10
1.2.2 Acidogeneze	10
1.2.3 Acetogeneze	10
1.2.4 Methanogeneze	10
2. BIOPLYN Z ODPADU ŽIVOČIŠNÉ VÝROBY	11
2.1 ODPAD Z ŽIVOČIŠNÉ VÝROBY	11
2.1.1 Kejda	11
2.1.2 Chlévský hnůj.....	11
2.1.3 Močůvka.....	11
2.1.4 Jiné odpady.....	12
2.1.5 Výhody anaerobní fermentace	12
2.2 BIOPLYNOVÁ STANICE.....	13
2.2.1 Reaktor	14
2.2.2 Stavební materiály a stavební techniky pro reaktory	16
2.2.3 Podmínky pro vývoj bioplynu v bioplynové stanici	19
2.3 CIZORODÉ LÁTKY V SUBSTRÁTU	20
2.3.1 Odstraňování cizorodých látek.....	21
2.4 SLOŽENÍ A KVALITA BIOPLYNU	21
2.4.1 Podmínky pro získání co nejvyššího obsahu metanu.....	21
2.4.2 Minoritní složky v bioplynu.....	22
2.5 SKLADOVÁNÍ BIOPLYNU	22
2.6 ZPRACOVÁNÍ BIOPLYNU	23
2.6.1 Odvodňování	23
2.6.2 Odsiřování	24
2.6.3 Čištění	24
3. MOŽNOSTI VYUŽITÍ BIOPLYNU	25
3.1 SPALOVÁNÍ	25
3.2 VYTÁPĚNÍ	26
3.3 KOGENERACE.....	26
3.4 TRIGENERACE	26
3.5 ZÁSOBOVÁNÍ PLYNOVODNÍ SÍTĚ.....	27
3.6 DOPRAVA	27
3.6.1 Škodliviny ve zplodinách.....	28
3.7 ZDROJ VODÍKU (H ₂).....	29
4. VYUŽÍVÁNÍ BIOPLYNU Z ODPADU ŽIVOČIŠNÉ VÝROBY VE	

SVĚTĚ.....	30
4.1 ROZVOJOVÉ ZEMĚ	30
4.2 ŠVÉDSKO.....	30
4.3 DÁNSKO	31
4.4 ŠVÝCARSKO	31
4.5 RAKOUSKO.....	31
4.6 NĚMECKO.....	32
4.6.1 Charakteristika některých bioplynových stanic v Německu.....	33
5. VYUŽÍVÁNÍ BIOPLYNU Z ODPADU ŽIVOČIŠNÉ VÝROBY V ČESKÉ REPUBLICE.....	36
5.1 STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA NĚKTERÝCH BIOPLYNOVÝCH STANIC	36
5.1.1 Třeboň	36
5.1.2 Trhový Štěpánov (okres Benešov)	36
5.1.3 Jindřichov (okres Přerov).....	37
5.1.4 Velký Karlov (okres Znojmo).....	38
5.1.5 Ostatní zemědělské bioplynové stanice v ČR.....	38
5.2 NEBEZPEČÍ SPOJENÉ S BIOPLYNOVÝMI STANICEMI	39
5.3 PROBLÉMY SPOJENÉ S BIOPLYNOVÝMI TECHNOLOGIEMI	39
6. LEGISLATIVA PRO PODPORU A PROPAGACI BIOPLYNOVÝCH TECHNOLOGIÍ.....	41
6.1 ZÁKON O PODPOŘE VYUŽÍVÁNÍ OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE	41
6.2 SMĚRNICE EU Č. 99/31/C A 91/676/EFC	41
6.3 NÁVRH NA PODPORU BIOPLYNOVÝCH STANIC	42
6.3.1 Garance výkupních cen elektřiny.....	42
6.3.2 Ostatní právní normy a technické předpisy.....	43
6.3.3 Výchova, vzdělání, věda a výzkum.....	43
ZÁVĚR.....	45
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	47
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	51
SEZNAM OBRÁZKŮ	52
SEZNAM TABULEK.....	53

ÚVOD

Život lidstva je neodmyslitelně spojen se spotřebou energie. Energie je potřebná naprosto všude – v průmyslu, ve službách, dopravě atd. Jako zdroje energie se v současnosti používají především fosilní paliva - uhlí, ropa a zemní plyn. Tyto zdroje energie jsou však vyčerpatelné a neobnovitelné – zásoby uhlí se odhadují na 200 až 250 let, zásoby ropy na 40 – 50 let a zásoby zemního plynu na 60 až 70 let [1]. Je proto nutné zabývat se využíváním obnovitelných zdrojů energie. Nejdůležitější obnovitelné zdroje energie jsou sluneční energie, větrná energie, vodní energie a biomasa [2]. Zatím se však obnovitelné zdroje využívají jen v malé míře – v Evropské unii je podíl využívání obnovitelných zdrojů energie 12,9%, s ratifikací Kjótského protokolu o snižování emisí CO_2 v průmyslově vyspělých zemích se EU zavázala, že do r. 2010 bude podíl využívání obnovitelných zdrojů energie 21%. V České republice je situace horší – v současnosti zde mají obnovitelné zdroje energie jen 4% podíl, při vstupu do EU se však ČR zavázala ke zvýšení tohoto podílu alespoň na 8% [3].

Já jsem se ve své práci zabýval obnovitelným zdrojem energie, který patří do biomasy – bioplynem. Bioplyn vzniká rozkladem organických látek a při bioplynových technologiích se nejen produkuje palivo, ale také se odbourává odpad. Proto má využívání bioplynu velkou budoucnost. Velkou výhodou bioplynu je, že na rozdíl od fosilních paliv se při jeho spalování nezvyšuje koncentrace CO_2 , hlavního skleníkového plynu v atmosféře. Při spalování bioplynu sice vzniká CO_2 , je však součástí koloběhu uhlíku v přírodě a je opět spotřebováván rostlinami [4]. Spalování bioplynu dokonce skleníkový efekt zpomaluje, neboť metan (který by při neřízeném vyhnívání unikl do ovzduší) se spálením přeměňuje na vodní páru a CO_2 , které z hlediska skleníkového efektu nejsou tak nebezpečné [5].

V mé práci je popsáno, co je obecně bioplyn, podrobně jsem se zabýval bioplynem, který vzniká z živočišného odpadu. Dále je popsáno z čeho se skládá zařízení na tvorbu bioplynu, tedy bioplynová stanice, jak se musí upravovat odpad, ze kterého chceme bioplyn vyrobit a jak se upravuje a zužitkovává vyrobený bioplyn. Zmíním se také o tom, jaká je situace v ČR ohledně těchto technologií a jaký je výhled do budoucna.

1. BIOPLYN

1.1 Charakteristika bioplynu

Bioplyn je plynná látka produkovaná při anaerobním rozkladu organických látek, tento rozklad je běžně nazýván také jako anaerobní fermentace, digesce nebo vyhnívání. Při tomto rozkladu se organické látky mění na postupně jednodušší až na samotný bioplyn a na nerozložitelný zbytek. Obecně je bioplyn považován za směs CH_4 a CO_2 , CH_4 má obvykle výraznou převahu. Obsahuje však také vodní páru, dusík, kyslík, vodík, čpavek a sulfan. Zastoupení hlavních složek je značně proměnlivé, u CH_4 se objemové složení pohybuje od 40 do 75 %, u CO_2 je to od 25 do 55 %.

Bioplyn je produkován zejména:

- v přirozených prostředích, jako jsou mokřady, sedimenty, trávicí ústrojí (především u přežvýkavců)
- v zemědělských prostředích jako jsou rýžová pole, uskladnění živočišného odpadu (hnojů a kejď), tímto se budu zabývat podrobněji
- na skládkách odpadů, zde se označuje jako skládkový plyn
- na anaerobních čistírnách odpadních vod
- v bioplynových stanicích [6]

Bioplyn, který jímáme a využíváme jako zdroj energie, dělíme na:

- reaktorový – vzniká v reaktorech neboli bioplynových stanicích, především ze zemědělských odpadů a čistírenských kalů.
- skládkový – vzniká na skládkách odpadů.

1.2 Procesy vedoucí ke vzniku bioplynu

Bioplyn je produkován anaerobními mikroorganismy, pro které je kyslík toxický. Předpokládá se, že tyto bakterie se vytvořily dávno před tím, než se v zemské kůře objevil kyslík. Pro popis anaerobního metabolismu byly vytvořeny postupem času tři modely. Dnes je uznáván nejnovější čtyřfázový model (Sam-Soon et al., 1987) [4, 7-10].

1.2.1 Hydrolýza

Projevují se anaerobní bakterie, převádějí organické makromolekulární látky pomocí enzymů na nízkomolekulární sloučeniny, jako jsou jednoduché cukry, aminokyseliny, mastné kyseliny a voda.

1.2.2 Acidogeneze

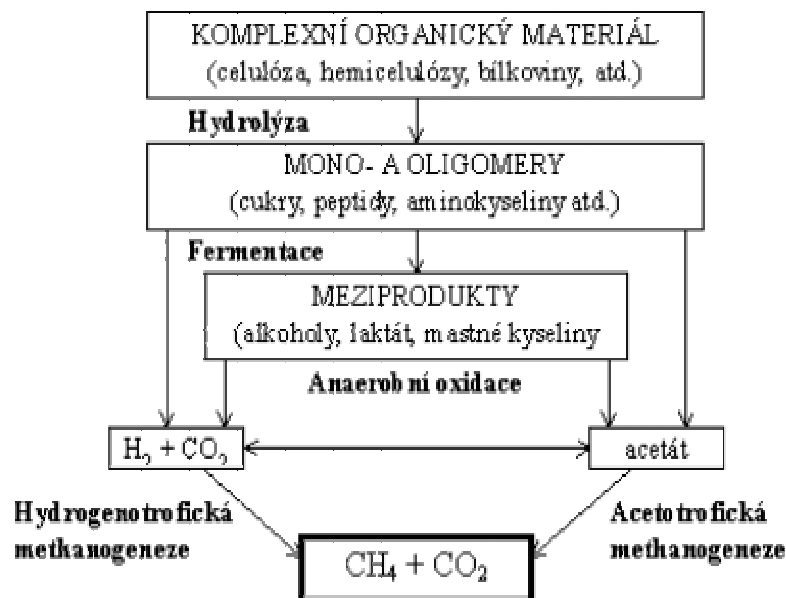
Acidofilní bakterie zpracovávají rozložené a rozpuštěné látky dále na ještě jednodušší organické látky, jako kyseliny, alkoholy, CO_2 a H_2 . Těto fázi se říká také kyselá či kyselinotvorná.

1.2.3 Acetogeneze

Další stupeň zjednodušení produktů až na kyselinu octovou, CO_2 a H_2 . V této fázi také vzniká H_2S , který omezuje využívání bioplynu a činí z něj zapáchající až nebezpečný plyn.

1.2.4 Methanogeneze

Methanové bakterie zpracovávají produkty konečných fází na konečné produkty, tedy metan, oxid uhličitý a vodu.



Obr. 1. Průběh čtyřfázové anaerobní fermentace [9]

2. BIOPLYN Z ODPADU ŽIVOČIŠNÉ VÝROBY

2.1 Odpad z živočišné výroby

Nejčastěji využívané odpady z živočišné výroby používané pro výrobu bioplynu jsou kejda, hnůj a močůvka.

2.1.1 Kejda

Tekuté statkové hnojivo, částečně zkvašená směs tuhých a tekutých výkalů hospodářských zvířat, která jsou ustájena bez podestýlky nebo jen na nízké podestýlce na šterbinových podlahách, roštech a boxech. Její množství a kvalita závisí na druhu a kategorii zvířat, jejich krmení, stáří, užitkovém zaměření, na způsobu odklizení výkalů, na ztrátách při skladování a dalších faktorech. Kejda a hnůj z volného ustájení (tedy kal bez podestýlky, může být i s podílem dešťové vody) jsou pro zpracování v bioplynových stanicích obzvláště vhodné, kvůli vysokému obsahu vody je nelze bez dalších přísad kompostovat [4, 11 12].

2.1.2 Chlévský hnůj

Tuhé statkové hnojivo vzniklé fermentací chlévské mrvy - směsi tuhých a tekutých výkalů hospodářských zvířat (zejména skotu) a podestýlky, kterou může být sláma nebo piliny. Hnůj s malým podílem podestýlky lze snadno zpracovat v bioplynových stanicích vybavených dobrými míchadly. Při velkém množství podestýlky je nutné ředění vodou, močůvkou nebo řídkou kejdou. Také je potřeba nařezat slámu na kousky o délce asi 10 cm, což lze provést již při žnících rezačkou na kombajnu, v přepravníku nebo na balíkovacím lisu [4,11].

2.1.3 Močůvka

Močůvka je tekuté statkové hnojivo, zkvašená moč hospodářských zvířat, v níž je vysoký obsah dusíku a draslíku [4, 13]. Při anaerobní digesti močůvky bývá problém v přítomnosti antibiotik a ve vysokém pH.

2.1.4 Jiné odpady

Velkého významu v poslední době dosáhlo také zpracování organických látek bohatých na živiny, jde např. o výpalky, tuky, jateční odpad, kuchyňské odpadky a zbytky potravin. Zpracování těchto látek společně s živočišnými odpady se nazývá kofermentace [4]. Odpady, které se do reaktoru dodávají, bývají označovány jako substrát.

Tab. I. Množství odpadu a produkce bioplynu pro vybrané druhy hospodář. zvířat [14].

Druh zvířete	Hmotnost (kg)	Odpad (kg/den)	Produkce bioplynu (m ³ /den)
Slepice	1,5	0,2	0,015
Brojler	0,8	0,15	0,012
Sele	20	1,8	0,04
Prase výkrm	50 - 110	7	0,14
Prasnice	160	12	0,2
Tele	120	7	0,08
Býk výkrm	120 - 350	22	0,5
Býk výkrm	nad 350	42	1,0
Jalovice	120 – 300	20	0,39
Jalovice	300 – 500	38	0,85
Dojnice	500 - 600	50	1,2

2.1.5 Výhody anaerobní fermentace

Nejstarší a nejjednodušší forma nakládání s těmito odpady je jejich přímá aplikace na půdu. V případě správného agrotechnického postupu, kdy jde o maximální využití hnojivých účinků jde bezesporu o způsob, který má své opodstatnění. Praxe však ukazuje, že často z důvodu lokálních přebytků odpadů není nejdůležitější využití jejich hnojivých účinků, ale prostá likvidace. Pokud se tyto odpady podrobí anaerobní fermentaci, nejenže z nich získáme bioplyn, ale jsou i další výhody:

- 1) Zvýšenou využitelnost živin. Anaerobní stabilizace zvyšuje kvalitu hnojiva jeho homogenizací a transformací některých látek na látky s vyšším hnojivým účinkem. Na rozdíl od otevřeného skladování kejdy a hnoje nedochází ke ztrátám rostlinných

živin odpařováním nebo vyplavováním dešťovou vodou jako u kompostování. Bioplynovou kejdu rostliny snášejí lépe a jen malá část dusičnanů je splavena do země. Dochází také ke zlepšení zdravotního stavu rostlin. O tomto informují výsledky pokusů z jižní Ameriky při hnojení bioplynovou kejdou.

- 2) Snížení zápachu. Anaerobně stabilizovaný odpad má výrazně nižší zápach než odpad surový. Intenzita zápachu je zpravidla velmi nízká, i nezemědělské obyvatelstvo ho vnímá jako podstatně méně obtěžující, protože při zpracování látek v bioplynové stanici dochází k rozkladu ostře zapáchajících a nepříjemných látek.
- 3) Zlepšení tekutosti a homogenity kejdy. Bioplynovou kejdu lze pak snadněji míchat a čerpat a rovnoměrněji rozvážet. Při hnojení pak snadněji pronikne do země.
- 4) Snížení leptavého účinku kejdy. Rozkládají se leptavé a neprchavé látky.
- 5) Dosáhne se brilantní recyklace odpadů. Ekologický aspekt zahrnuje i sanitární efekt stabilizace a účinné využití takto zpracovaných odpadů ke hnojení..
- 6) Snížení obsahů zvířecích patogenů a semen plevelů. Semena plevelů ztrácí klíčivost.
- 7) Snížení zatížení ovzduší methanem a čpavkem. Methan je po CO₂ druhým nejvýznamnějším skleníkovým plynem a podílí se z 20 % na skleníkovém efektu. Čpavek působí leptavě na rostlinné porosty. Při otevřeném skladování kejdy a hnoje se methan uvolňuje do ovzduší, čpavek působí negativně na okolní porosty a je také srážkovou vodou splachován do půdy. V uzavřeném reaktoru je těmto únikům zabráněno.
- 8) Rychlejší obnova pastvin. Výzkumy saského Zemědělského ústavu z roku 1999 zaměřené na chov hovězího dobytka ukázaly, že pastviny hnojené bioplynovou kejdou jsou dobře spásány, zatímco pastviny ošetřené běžnou kejdou zůstávají ne-
tknuty.
- 9) Úspora poplatků za stočné. Na stočném se ušetří, pokud jsou domovní odpadní vody sváděny do bioplynové stanice [4, 14].

2.2 Bioplynová stanice

Bioplynová stanice je zařízení na výrobu bioplynu. Skládá se z homogenizační jímky, jednoho nebo více reaktorů, plynojemu, uskladňovací nádrže, kogenerační jednotky, tepelného výměníku a rozvodu tepla. Velikost bioplynové stanice závisí na množství zpra-

covávaného organického materiálu. Bioplynové stanice v zemědělství dělíme na malé a centralizované. Malé bioplynové stanice jsou samostatné jednotky, zpracovávající živočišný odpad, menší část představují například odpady ze stravovacích zařízení. Bioplyn je využíván k produkci elektrické energie. Teplo a elektrická energie se využívá na farmě, čímž se snižují provozní náklady farmy. Případný přebytek elektrické energie se prodává do veřejné sítě. Na rozdíl od velkých stanic, které se staví pouze za tímto účelem, se u malých využívá stávajících možností, které farma nabízí. Centralizované bioplynové stanice na rozdíl od malých bioplynových stanic zpracovávají odpad z několika samostatných farem. Jejich výhodou je nižší cena investic, efektivnější využití investic, kvalifikovanější obsluha, vzhledem k větší produkci bioplynu možnost komplexnějšího uplatnění přebytku tepla, vyrovnanější kvalita anaerobně stabilizovaných odpadů a menší potřeba stavebních pozemků [1, 4, 14].

2.2.1 Reaktor

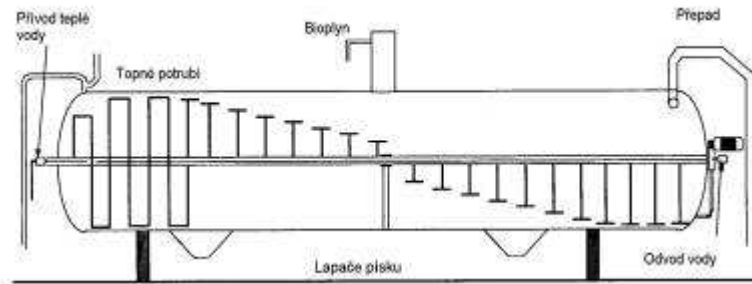
Nejdůležitější částí bioplynové stanice je reaktor (fermentor, vyhnívací nádrž). Známe reaktory vertikální a horizontální.

Horizontální (ležící) průtočný reaktor

Tepelně izolovaná válcová nádrž o průměru 2 – 3 m, objemu obvykle 50 – 100 m³. Často se využívají použité zásobníky na naftu. Nádrž je uložena na betonových podstavcích tak, aby její sklon byl 3 - 5 %. Výhodou horizontální konstrukce je, že zde lze instalovat výkonné a energeticky úsporné míchadlo - 700 - 900 wattový motor je dostatečný pro míchání 100 m³ substrátu. Čerstvý materiál se neseťkává s vyhnílym na druhém konci nádrže. Vznikající bioplyn se hromadí v horní části reaktoru, odkud je odváděn do plynoje-mu.

Nevýhodou je potřeba velkého prostoru na umístění nádrže, nadměrná velikost povrchu nádrže vzhledem k jejímu objemu (velké tepelné ztráty) a nemožnost očkovaní čerstvého substrátu bakteriální florou vyhnílého kalu. Tohle nevádí u hovězí kejdy a hnoje, neboť v substrátu už je přítomno dostatečné množství metanových bakterií. Ostatní substráty musí být očkovány vyhnílym kalem a to buď v přípravné nádrži nebo recirkulací očkovacího materiálu pomocí malého čerpadla.

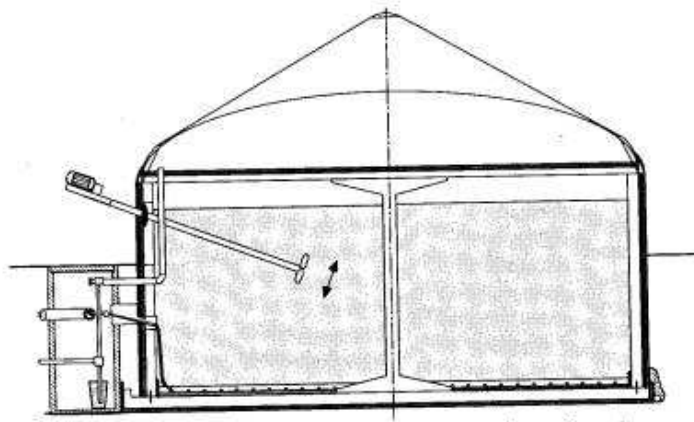
Horizontální reaktory jsou obvykle vyrobeny z oceli a jsou umístěny nad zemí.



Obr.2. Horizontální reaktor [14]

Vertikální reaktor

Vertikální reaktory bývají vyrobeny z betonu a mají kruhový průřez. Používané objemy se pohybují v rozmezí 250 - 600 m³, i když existují reaktory s objemy až 1200 m³. Hloubka reaktorů bývá 3 - 6 m a průměr 8 - 18 m. Tyto reaktory jsou často používány dvojúčelově, kdy v průběhu roku pracují s různým harmonogramem dávkování. V létě a na podzim jsou naplněny jenom do úrovně zabezpečující minimální dobu zdržení 20 - 30 dnů. Tím se připravuje rezerva k uskladnění několika set m³ kejdy na zimní a jarní období, kdy se nemůže kejda aplikovat na pole. Při naplněném reaktoru je doba zdržení přes 60 dnů, což zaručuje dostatečnou produkci bioplynu a stabilní chod fermentoru i v zimním období. Oproti horizontálnímu provedení mají tu výhodu, že zde lze dosáhnout lepšího poměru mezi objemem a povrchem, čímž se sníží materiálové náklady a tepelné ztráty.



Obr.3. Vertikální reaktor [14]

Umístění reaktoru

Umístění reaktoru může být nadzemní nebo podzemní. Nadzemní umístění má výhodu, že k vnější tepelné izolaci lze použít nepříliš drahé materiály. Nevýhodou jsou velké tepelné ztráty v zimě, neboť nádrž je plně vystavena povětrnostním vlivům.

Podzemní umístění mají výhodu, že nezabírají příliš mnoho místa. Jsou také chráněna před kolísáním venkovní teploty, což snižuje spotřebu energie potřebné pro chod zařízení. Je však nutno plášť izolovat drahými izolačními materiály odolnými proti vlhkosti [4, 14].

2.2.2 Stavební materiály a stavební techniky pro reaktory

K vyhnívací nádrži patří tyto prvky: plášť nádrže, plynojem, tepelná izolace, vnější plášť nádrže, nátěry a těsnící materiály, potrubí, čerpadla, armatury, míchadla, topná zařízení a kontrolní, měřicí a ovládací zařízení [4].

Plášť nádrže

Plášť je vyroben z betonu nebo z oceli.

Plynojem

Plynojem má za úkol plyn shromažďovat a oddělovat od pěny a kapalných částí. Měl by mít výšku minimálně 80 cm, nahoře by měl být uzavřen nejlépe plexisklovou tabulkou, aby bylo možno nahlížet dovnitř a kontrolovat činnost míchadla a včas rozpoznat vytváření kalového stropu. Aby nevznikaly problémy s korozí, používá se na stavbu plynojemu ušlechtilá ocel. Vertikální betonové nádrže se obvykle neplní do maximální výše, nýbrž se nad substrátem nechává prostor pro plyn o výšce 0,5 až 1 m. Proto není nutné zde zřizovat plynojem.

Tepelná izolace

Tepelná izolace fermentoru, teplovodního potrubí a případně zásobníku tepla je v našich zeměpisných šířkách nezbytná. Pro tento účel se osvědčily tyto materiály: minerální vlna, rohože z minerálního vlákna, pěnové hmoty, desky z extrudovaného pěnového polystyrénu, polyuretanová pěna a organické izolační materiály.

Vnější plášť nádrže

U vyhřívacích nádrží vystavených vlivům počasí být vnější izolace kryta pláštěm. Může to být buď z kovových profilů nebo ze dřeva.

Vrch vyhřívací nádrže se zakrývá fóliovým poklopem, který má několik výhod. Jednak je možné nádrž nouzově na velké ploše otevřít, také poklop zcela nebo částečně přejímá funkci plynojemu. Nevýhodou je, že je vystaven povětrnostním vlivům. Jako materiál se nejčastěji používá PVC.

Nátěrové povlaky a těsnící materiály

Užití nátěrových a těsnících hmot je potřebné k utěsnění betonových porézních ploch, míst napojení a k ochraně plechu proti korozi. Používají se tyto nátěrové hmoty: bitumenové nátěrové hmoty, disperzní nátěrové hmoty ředitelné vodou, jedno nebo více složkové nátěrové hmoty na bázi umělé pryskyřice.

Těsnící hmoty musí být vhodné pro použití pod vodou. Měly by se aplikovat na vnitřní stěny nádrže.

Potrubí

Potrubí je dvojího druhu – jednak plnicí, jímž je pod tlakem čerpadla dopravován substrát a přepadové, z něž odchází materiál přirozeným spádem. Plnicí potrubí má průměr od 100 do 150 mm, bývá vyrobeno z oceli. Přepadové potrubí by mělo mít průměr minimálně 200 mm, u tužších substrátů až 300 mm. Bývají vyrobeny z PVC. U kovových rour se podstatně více tvoří usazeniny.

Čerpadla

Čerpadla jsou nutná k překonání výškových rozdílů mezi jednotlivými nádržemi a pro pohon hydraulických míchadel.

Armatury

Nejdůležitější armatury v potrubním systému jsou spojky, šoupátka, zpětné klapky, čistící otvory a manometry.

Míchadla

Substrát se ve fermentoru několikrát denně promíchává, aby se dosáhlo následujících efektů:

- smíchání čerstvého substrátu s již vyhnílym, aby se čerstvý substrát naočkoval aktivními bakteriemi
- rozdělení tepla, aby se ve fermentoru udržovala co nejrovnoměrnejší teplota
- zabránění vzniku plovoucího příkrovu a usazenin nebo jejich odstranění
- zlepšení látkové výměny bakterií vypuzením bioplynu a přívodem čerstvých živin.

Míchadla známe mechanická, hydraulická a pneumatická. Při fermentaci hovězí kejdy a hnoje však míchání není nutné, protože v tomto hnoji je obsaženo již dosti methanogenních bakterií pocházejících z žaludku těchto zvířat [15].

Topná zařízení

V našich klimatických podmínkách musejí být bioplynové stanice uměle vytápěny, aby se udržovala žádoucí teplotní úroveň a vyrovnaly se tepelné ztráty způsobené únikem tepla do okolí. Substrát je zahříván recirkulací teplé vody nebo přes výměník tepla.

Kontrolní, měřicí a ovládací zařízení

Úspěšný provoz bioplynové stanice není možný bez sběru a vyhodnocení údajů a každodenní kontroly nejdůležitějších částí zařízení. Je třeba měřit a stanovovat množství substrátu, obsah sušiny, teplotu ve fermentoru a v topném okruhu, množství plynu, složení bioplynu, spotřebu proudu a výrobu proudu.

Řídí se tyto procesy: Plnění fermentoru z přípravné nádrže, regulace teploty procesu a zapínání a vypínání pohonu míchadla. Také je nutno kontrolovat, zda neuniká plyn.

Přípravná nádrž (homogenizační jímka)

Jen málokdy se podaří vyhnívací nádrž kontinuálně plnit substrátem přímo ze stáje. Proto substrát většinou odtéká do přípravné nádrže, odkud je zpravidla jednou až dvakrát denně přečerpávána do fermentoru. Přípravnou nádrž lze využít také k míchání, rozměňování a zkapalňování substrátu. Má mít takový objem, aby dokázala pojmout množství substrátu nejméně za jeden až dva dny. Musí být utěsněná proti úniku substrátu. Nechává se většinou otevřená. Obvykle bývá zapuštěna do země a sestavena ze skruží nebo z litého betonu nebo betonových tvárnic. Substrát není nasáván přímo ze dna, nýbrž ve výši asi 50 cm nad dnem, na dně zůstávají usazena cizorodá tělesa.

Skladovací nádrž

Tato nádrž slouží k jímání vyhnílého substrátu. Velikost má být taková, aby v době vegetačního klidu, kdy rostliny nepřijímají živiny, zde mohl být substrát skladován. Je to 6 až 7 měsíců. U nových bioplynových stanic je kryta pevným stropem nebo fóliovým poklopem, aby se snížily ztráty dusíku a bylo možno jímat plyn vznikající dokvašováním.

2.2.3 Podmínky pro vývoj bioplynu v bioplynové stanici

Při kontinuálním plnění organickou hmotou probíhají všechny čtyři fáze tvorby bioplynu vedle sebe a nejsou odděleny ani místně ani časově. Pouze při rozběhu bioplynové stanice, u nespojitých procesů a u vícestupňových bioplynových stanic probíhají fáze rozkladu odděleně. Bakterie vytvářející bioplyn vyžadují následující životní podmínky a mohou být ovlivněny těmito faktory:

Vlhké prostředí

Methanové bakterie mohou pracovat a množit se jen tehdy, když jsou substráty dostatečně zalaty vodou. Nemohou žít v pevném substrátu.

Zabránění přístupu vzduchu

Methanové bakterie jsou striktně anaerobní. Je-li v substrátu přítomen kyslík, např. v čerstvé kejdě, musejí ho aerobní bakterie nejprve spotřebovat.

Zabránění přístupu světla

Světlo bakterie neničí, ale brzdí proces. Zabránit přístupu světla není problém.

Stálá teplota

Methanové bakterie pracují při teplotách mezi 0 °C a 70 °C. Kromě několika kmenů, které mohou žít až do teploty 90 °C při vyšších teplotách hynou. Při teplotách pod bodem mrazu přežívají, ale nepracují. Obvykle se uvádí dolní mez 3 až 4 °C.

Hodnota pH

Hodnota pH by měla být kolem 7,5. U kejdy a hnoje nastává tento stav obvykle samovolně ve druhé fázi procesu vlivem tvorby amonia. U kyselých substrátů jako jsou výpalky, syrovátka a siláž, bývá zapotřebí přidat vápno, aby se hodnota pH zvýšila.

Velké kontaktní plochy

Organické látky nerozpustné ve vodě musejí být rozdrobeny nebo strukturovány tak, aby vznikly velké dotykové plochy. Materiály jako slámu, dlouhou travu nebo bioodpad je nutno rozsekat, nejlépe na vlákna, jinak se rozkládají velmi dlouho.

Inhibitory

Organické kyseliny, antibiotika, chemoterapeutika a desinfekční prostředky mohou proces vyhnívání brzdit nebo úplně zastavit, zvláště ve velkých koncentracích. K tomu může dojít, pokud jsou najednou ošetřována všechna zvířata nebo jsou desinfikovány stáje.

Zatížení vyhnívacího prostoru

Při velkém množství dodávané látky do reaktoru může dojít k tzv. překrmení bakterií a zastavení procesu.

Rovnoměrný přísun substrátu

Aby nedošlo k nadměrnému zatížení plnicí zóny fermentoru, je třeba zajistit rovnoměrný přísun substrátu v krátkých intervalech, např. jednou až dvakrát denně.

Odplyňování substrátu

Plyn ze substrátu musí průběžně odcházet. Není-li plyn z vyhnívací nádrže odváděn, může dojít k vzestupu tlaku plynu a tím i k případným škodám. Pro tento účel se osvědčilo materiál několikrát denně promíchat.

2.3 Cizorodé látky v substrátu

U substrátu od všech zvířecích druhů může činit problémy přítomnost cizorodých látek. U hovězí kejdy jsou to zbytky krmiva, jako sena, trávy, siláže nebo zbytky z podestýlky. Tyto látky při nedostatečné technice míchání vytvářejí plovoucí příkrov. Při krmení travou a polními píceňinami se také do kejdy dostane přes zvířecí žaludek hlína, kamínky, písek, dokonce i kovové předměty jako jsou šroubky nebo hřebíky ze zemědělských strojů.

U prasečí kejdy se také mohou vytvářet usazeniny, především tehdy, pokud obsahuje obtížně stravitelné kukuřičné a obilné slupky. Pokud se kejda dostatečně nepromíchává, mohou se vytvářet decimetrové vrstvy, které lze rozbít jedině krumpáčem.

Slepičí trus z chovu v klecích obsahuje peří, které má tendenci vytvářet plovoucí příkrov. Trus také vykazuje vysoký obsah vápna a písku, takže i zde je nutno počítat s tvorbou usazenin.

2.3.1 Odstraňování cizorodých látek

Obvykle nepomůže instalovat před vstupem do fermentoru lapač písku. To má smysl jen u řídké kejdy, kde může docházet k sedimentaci. Kromě lapače písku jsou na odstraňování těžkých látek tyto možnosti:

- výkon míchadla se nastaví, tak, aby se těžké látky neustále vznášely
- vedle přepadu do skladovací nádrže se zřídí ještě podlahová výpust
- těžké látky se nechají usazovat na dně nádrže, fermentor se občas otevře a látky se odstraní

U kejdy bývá problém ve vysoké koncentraci amoniaku (NH_3). Ten se odstraňuje tak, že se stabilizovaná kejda rozdělí na tuhou a kapalnou fázi a z kapalně fáze se amoniak oddělí buď desorpcí proháněním vzduchem nebo destilací. Tyto procesy jsou však investičně i provozně značně nákladné [15].

2.4 Složení a kvalita bioplynu

2.4.1 Podmínky pro získání co nejvyššího obsahu metanu

Kvalita bioplynu je určována především poměrem hořlavého metanu (CH_4) k oxidu uhličitému (CO_2). Oxid uhličitý zředňuje bioplyn a zapříčiňuje vznik nákladů, především při skladování bioplynu. Proto je nutné usilovat o co nejvyšší obsah metanu a o co nejmenší obsah oxidu uhličitého. Jako obvykle dosažitelný obsah metanu se uvádí 50 až 75 %. Obsah metanu závisí především na těchto kritériích:

Průběh procesu

U jednostupňových procesů probíhá celý anaerobní rozklad v jednom fermentoru, tedy v jednom stupni, a získaný plyn je proto smíšený, obsahuje velký podíl CO_2 a jiných plynů, které nejsou energeticky využitelné a proto se v této fázi odvádějí. Plyn vyvíjející se v 2.stupni pak obsahuje vysoký podíl CH_4 , až 80 %.

Skladba živin v substrátu

Z látek bohatých na bílkoviny a uhlovodíky se vyrobí mnohem méně plynu než z látek obsahujících tuky. Proteiny a tuky způsobují vyšší obsah metanu.

Teplota substrátu

Při teplé a horké fermentaci je obsah metanu nižší než při procesech o nižších teplotách.

2.4.2 Minoritní složky v bioplynu

Sulfan

Po metanu a oxidu uhličitém je důležitá součástí plynu sulfan (H_2S). Je to jedovatý plyn, již v nejmenší koncentraci je rozpoznatelný podle zápachu po zkažených vejcích. Vzniká při rozkladu bílkovin. Podle obsahu bílkovin se jeho obsah v bioplynu pohybuje mezi 0 až 1 %, vyšší koncentrace brzdí proces vyhnívání. Zjistí-li se obsah okolo 1 % a vyšší, je nutné zjistit příčinu vysokého obsahu bílkoviny ve zvířecích výkalech. Touto příčinou bývá hlavně u slepic příliš vysoký obsah bílkoviny v krmivu.

Sulfan je velmi agresivní a zapříčiňuje korozi na armaturách, plynoměrech, hořácích a motorech. Proto je nutné bioplyn odsířit.

Další minoritní složky

V bioplynu se dále nachází stopové množství amoniaku (NH_3), dusíku, vodíku a kyslíku. Je také sycen vodní parou, která může obsahovat malé množství oxidu křemičitého (SiO_2). Bioplyn se proto vysouší, spolu s vodní parou se odstraní také velká část čpavku, který by jinak mohl významně poškodit motory, zvláště jejich díly z barevných kovů.

2.5 Skladování bioplynu

Ve srovnání se sluneční a větrnou energií má bioplyn tu přednost, že jej lze bez problémů dlouho skladovat a poté využít beze ztrát. Velikost plynového bioplynové stanice je dána výší objemu vyrobeného bioplynu a průběhem spotřeby. Pokud je bioplyn používán pro výrobu tepla, je potřeba, aby zásobník pojmul množství plynu vyrobené za jeden den.

Při využití pro výrobu elektrického proudu postačí menší zásobník. Bioplynové zásobníky se dělí podle typu konstrukce a velikosti a také i podle tlaku, při kterém pracují.

Vysokotlaké stlačení bioplynu a skladování v ocelových lahvích bylo již zkoumáno, avšak kvůli vysokým nákladům se v zemědělství dosud neprosadilo. Po technické stránce však není problém stlačit bioplyn vícestupňovým kompresorem na 200 až 300 barů a stlačeným bioplynem lze pohánět motory aut a traktorů.

Zkapalnění bioplynu není za normálních teplot možné. K tomu je potřeba teplota cca -160°C . To je příliš nákladné.

2.6 Zpracování bioplynu

Bioplyn vycházející z fermentoru je téměř ze 100% nasycen vodní parou a obsahuje také sulfan, který způsobuje korozi na potrubích, armaturách, plynoměrech a plynových spotřebičích.

2.6.1 Odvodňování

K prvnímu velkému odvodnění bioplynu dochází při ochlazení na teplotu okolí v zásobníku a potrubí. Trubky proto musí být uloženy v prostoru, kde nemůžou zamrznout a musí být se spádem uloženy tak, aby voda mohla odtékat zpět - buď do fermentoru, skladovací nádrže nebo do odlučovače kondenzátu. Odlučovač kondenzátu tvoří barel, z něhož může kondenzát odtékat přes sifon, aniž by docházelo k úniku bioplynu.

Sušení je možné zabezpečit také prostřednictvím tepelného čerpadla. Bioplyn je ve výměníku tepla ochlazen chladícím agregátem a odloučená voda (kondenzát) je z plynu odstraněna. Poté je plyn opět zahřát teplou (kompresní) částí chladícího agregátu.

Další možnost je pomocí tuhých sorbentů, jako je silikagel či molekulová síta, nebo prostřednictvím kapalných sorbentů, kterými jsou zejména glykoly [16].

2.6.2 Odsiřování

V dřívějších dobách bylo odsiřování prováděno chemicky za použití hydroxidu železa. Tímto materiálem stlačeným do pelet byly plněny nádrže a přes ně proudil bioplyn. Přitom se tvořil sulfid železitý. Tuto látku lze několikrát regenerovat nafoukáním vzduchu, přičemž se odlučuje elementární síra. Kvůli problémům s odklizením pelet naplněných sírou, vysokým nákladům a náročné údržbě se tato metoda dnes už nepoužívá.

Dnes používá metoda cíleného nafoukání vzduchu do plynojemu. Působením sírných bakterií dochází za přívodu vzduchu k přeměně sulfanu na elementární síru. Síra se usazuje jako nažloutlá vrstva na substrátu a při hnojení vyhnilým substrátem slouží jako výživa rostlin. Vzduch je nafoukáván malým kompresorem, u velkých stanic se zapojí více čerpadel. Množství nafoukaného vzduchu musí být 3-5% objemu bioplynu. Sliz vytvořený ze síry, bakterií, vody a stop substrátu lze snadno z plynojemu nebo z trubek smýt. Tato odsiřovací metoda je velmi jednoduchá, levná a efektivní a přispěla k rozvoji bioplynové techniky.

2.6.3 Čištění

Vyrobít z bioplynu čistý metan umožňují keramická molekulární síta. Odfiltruje se oxid uhličitý, vodní pára a také sulfan. Síta se od usazených látek očistí profouknutím. Tato metoda se v praxi dosud nepoužívá, ale v budoucnu by mohla získat na významu. Ochlazením pomocí chladícího agregátu lze z bioplynu odstranit vodu a škodlivé plyny [16].

3. MOŽNOSTI VYUŽITÍ BIOPLYNU

Srovnání bioplynu s jinými hořlavými plyny

Tab. II. Srovnání bioplynu (60 % metanu) s jinými hořlavými plyny[14].

Plyn	Výhřevnost	Hustota	Zapalovací teplota	Rozsah zápalné koncentrace ve vzduchu	Teoretická potřeba vzduchu
	kWh/m ³	kg/m ³	°C	%	m ³
Bioplyn	6	1,2	700	6-12	5,7
Zemní plyn	10	0,7	650	5-15	9,5
Propan	26	2,01	470	2-10	23,9
Metan	10	0,72	650	5-15	9,5
Vodík	3	0,09	588	4-80	2,4

Z těchto údajů vidíme, že bioplyn má sice menší výhřevnost než zemní plyn, propan a metan, ale dvojnásobnou oproti vodíku. Bioplyn sám o sobě není hořlavý, hoří jen ve směsi se vzduchem v odpovídajícím poměru. Kdybychom se pokusili rozškrtnout zápalku přímo v plynojemu, zápalka by se vůbec nezapálila pro nedostatek kyslíku. Proto oheň i výbuch jsou zde zcela vyloučeny. Nebezpečí může nastat jen pokud bioplyn uniká spárami a vytvoří se vzduchem zápalnou směs.

3.1 Spalování

Čistě termické zužitkování bioplynu v hořácích při vaření nebo při provozu infračerveného zářiče vyhřívajícího mláďata v chovu dobytka se dnes už moc nepoužívá. Vaření na bioplynu se uplatnilo v rozvojových zemích (Čína, Indie, Nepál). U infračervených zářičů vedla kolísavá teplota plynu k častému zhasínání plamene a k technickým problémům způsobeným korozí materiálu.

3.2 Vytápění

Pro vytápění bioplynem se užívají jednak kotle s atmosférickými hořáky pro malý výkon od 10 do 30 kW a jednak s dmýchadlovými hořáky pro větší výkon. Topné kotle pracují s vyrovnávajícími zásobníky, na které je napojeno vytápění domu, ohřev fermentoru, zásobování užitkovou vodou a sušení sena a obilí [4].

3.3 Kogenerace

Kogenerace je společná výroba elektřiny a tepla. Umožňuje zvýšení účinnosti využití energie paliv [17]. Bioplyn je využíván jako pohonná hmota pro spalovací plynový motor pohánějící generátor pro výrobu síťového napětí. Odpadní teplo z chlazení motoru a výfukové plyny lze využít pro vytápění. Dosahuje se až 95%-ní účinnosti přeměny energie. Asi 1/3 vyprodukované energie bývá ale spotřebována na vlastní provoz bioplynové stanice.

U většiny bioplynových stanic v Rakousku a Německu se používají pro kogeneraci naftové (dieselové) motory. Bioplyn se nečistí, a proto se k němu musí přidávat asi 8% nafty (5-10%) kvůli mazání a chlazení. Pro kogeneraci je možné využít i starší motor, který však vyžaduje repasaci a úpravu. Je samozřejmě rovněž nutné počítat s častějšími poruchami, a tudíž je vhodné mít zálohu [18].

Tato metoda dosáhla velkého významu. Pro výrobu proudu se nabízejí dvě rozdílné metody:

- Výroba orientovaná podle potřeby – roste-li potřeba, roste i výroba
- Rovnoměrná výroba – motor běží 24 hodin denně se stále stejným zatížením. Je žádoucí, aby veškerý vyrobený plyn byl pokud možno spotřebován a jen malá část byla skladována.

V ČR se vyskytuje více dodavatelů kogeneračních jednotek. Nejznámější je TEDOM.

3.4 Trigenerace

Trigenerace znamená kombinovanou výrobu elektřiny, tepla a chladu, technologicky se pak jedná o spojení kogenerační jednotky s absorpční chladicí jednotkou. To je výhodné

zejména z pohledu provozu kogenerační jednotky, protože umožňuje využít teplo i v létě, mimo topnou sezónu, a tím dosáhnout prodloužení ročního chodu jednotky. To je výhodné zejména z pohledu provozu kogenerační jednotky, protože umožňuje využít teplo i v létě, mimo topnou sezónu, a tím dosáhnout prodloužení ročního chodu jednotky. Právě snížené možnosti využití tepla z kogenerační jednotky v letních měsících vedou často k nasazení menších jednotek, než by bylo jinak vhodné. Pokud tedy dovedeme přeměnit teplo na chlad, kogenerační jednotka může naplno pracovat i přes léto. Vyrobený chlad může být využit všude tam, kde je zapotřebí klimatizace - v bankách, hotelech, obchodních a administrativních střediscích, nemocnicích, sportovních halách [19]. V České republice se však zatím využívá jen vyjímečně [6].

3.5 Zásobování plynovodní sítě

V budoucnosti může získat na významu přímé zásobování plynovodní sítě bioplynem. To je však hospodárné jen když objem výroby bioplynu dosáhne 50 m³ za hodinu. Plyn je nutno před dodáním do sítě odvodnit a odsířit a musí být oddělen oxid uhličitý. Vyžaduje to úzké propojení výrobců bioplynu s distributory zemního plynu. Základním předpokladem je však změna legislativy. V České republice stojí v cestě nezájem plynárenských společností, místní dodavatelé totiž nejsou schopni zaručovat jeho stálou kvalitu [20].

3.6 Doprava

Při využití bioplynu v dopravě jako pohonné hmoty je nutno z něj odstranit vodu, oxid uhličitý a další složky. Je možné využít buď samotný bioplyn, který se však musí upravit na jakostní parametry zemního plynu a musí mít alespoň 96% podíl metanu nebo jej přimíchávat do zemního plynu. Požadavky na kvalitu bioplynu jsou přísné a je nutno zaručit bioplyn, který:

- má dostatečnou kalorickou hodnotu pro dosažení delších vzdáleností
- má řádnou a konstantní kvalitu pro docílení bezpečné jízdy
- nezvyšuje korozi v důsledku vysokého obsahu sulfanu, amoniaku a vody
- neobsahuje částice způsobující mechanické poškození

- nezpůsobuje v zimě zanášení v důsledku vysokého obsahu vody
- má deklarovanou a zaručenou kvalitu

S využitím surového bioplynu v dopravě nejsou prakticky žádné zkušenosti. Při spalování bioplynu s vyšším obsahem příměsí nastávají tyto nežádoucí efekty:

- snížení výkonu
- zvýšení znečištění emisí ve zplodinách
- možné vyšší opotřebení motoru

Využitelnost bioplynu pro dopravu úzce souvisí s plynofikací dopravy na bázi CNG (stlačený zemní plyn), protože čištěný bioplyn je vlastnostmi a složením téměř shodný se zemním plynem. Výroba a prodej CNG vozidel a související výstavba plnicích stanic je tedy základem pro využívání bioplynu v dopravě. Některé ze světových automobilek již nabízejí sériově vyráběné automobily s motorem na zemní plyn nebo upravený bioplyn. Výhodami sériově vyráběných vozů oproti přestavovaným jsou zachování objemu zavazadlového prostoru, motor vybavený elektronickou regulací a seřízený na optimální spalování plynu a standardní záruka kvality výrobce vozu. Nevýhodou je vyšší cena, nedostatečná síť plnicích stanic a malý dojezd.

Používání bioplynu jako pohonné hmoty se rychle rozvíjí ve Švédsku, také ve Francii, Švýcarsku a Německu. U nás je zatím čištění bioplynu příliš drahé a jeho využívání jako pohonné hmoty je zatím ekonomicky nerentabilní. Jedná se však o obnovitelný zdroj energie a v souvislosti se snižujícími se zásobami ropy a zemního plynu může v budoucnu jeho význam vzrůst [20]. Příznivé je i to, že emise vznikající při spalování bioplynu jsou mnohem nižší, než emise vznikající při spalování benzínu a nafty:

3.6.1 Škodliviny ve zplodinách

Při spalování bioplynu jsou v emisích především tyto složky:

Oxid uhličitý (CO₂)

V porovnání s motorovou naftou se při spalování bioplynu uvolňuje o 15 – 30 % méně oxidu uhličitého. Důležité je, že na rozdíl od fosilních paliv emise tohoto plynu nemají žádný vliv na změnu klimatu.

Oxid uhelnatý (CO)

Emise oxidu uhelnatého jsou o 80 % nižší než u motorové nafty, benzínu, etanolu, metanolu, metylesteru řepkového oleje a dimetylésteru.

Oxidy dusíku (NO_x)

Emise oxidů dusíku jsou při provozu těžkých vozidel o 70 až 80 % nižší než při spalování motorové nafty nebo bionafty. U lehkých vozidel se uvádí snížení oproti benzínu o 50 %, oproti spalování nafty u lehkých vozidel dokonce o 90 % nižší.

Pevné částice

U těžkých vozidel a autobusů jsou emise pevných látek z bioplynu o 80 – 100 % nižší než u nafty. Pokud je však u těchto vozidel instalován částicový filtr, jsou emise srovnatelné. Oproti spalování benzínu jsou emise pevných látek o 50 % nižší.

Uhlovodíky

Emise uhlovodíků nepřesahují emisní limity, jsou však čtyř- až pětinasobné oproti spalování nafty. Naopak jsou nižší než u benzínu.

Emise při spalování bioplynu jsou obvykle srovnatelné s emisemi vznikajícími při spalování LPG a CNG vzhledem k podobnému složení [21].

Při garážování vozidel na bioplyn je nutno dodržovat přísné bezpečnostní předpisy.

3.7 Zdroj vodíku (H₂)

V příštích dvaceti letech se očekává trend směřující k rozvoji palivových článků využívajících různé zdroje vodíku. Z bioplynu můžeme vodík získat procesem zvaným reformíring – tímto procesem se oddělí vodík H² a CO² ke katodě, které jsou umístěny v elektrolytu. Proud elektronů chemicky vázaných (CO₃²⁻) putuje elektrolytem palivového článku od katody k anodě a po jejich uvolnění vodičem z anody zpět ke katodě jako elektrický proud. Zatím je to však záležitost budoucnosti [22].

4. VYUŽÍVÁNÍ BIOPLYNU Z ODPADU ŽIVOČIŠNÉ VÝROBY VE SVĚTĚ

4.1 Rozvojové země

V Indii a jiných tzv. rozvojových zemích bylo již na počátku 70. let 20. století započato s výzkumem a výstavbou jednoduchých bioplynových stanic. Ve většině těchto zemí pracují malé bioplynové stanice, kde obsah vyhnívacího prostoru činí 1 až 4 m³. Jsou však také provozována i středně velká zařízení s fermentorem o objemu 10 až 100 m³ sloužící jedné vesnici a ještě větší zařízení pro spolupracující podnikatelské subjekty. Vedoucí místa v počtu a ve stavbě dalších bioplynových stanic zaujímají Indie a Čína. V Číně je dnes v provozu 6 milionů malých stanic, většina z nich má objem 6 až 10 m³.

Indická vláda realizuje množství podpůrných programů a vyjadřuje tak jasný a jednoznačný postoj.

Od počátku 90.let 20.století je patrný trend budovat větší zařízení. Obří farmy v Asii, Africe a Latinské Americe mají zájem o bioplynové technologie.

V Evropě mají bioplynové technologie velký význam hlavně ve Švédsku, Dánsku, Švýcarsku, Rakousku a Nemecku.

4.2 Švédsko

Bioplyn ve Švédsku má dlouholetou tradici, zatím se vyrábí především z čistírenských kalů, v posledních 10-15 letech však vzrůstá význam výroby z živočišného odpadu. Velmi rychle se zde rozvíjí používání bioplynu jako pohonné hmoty. V současnosti bioplyn využívá více než 130 městských autobusů [23]. Díky osvobození od daně z pohonných hmot vychází bioplyn až o 45% levněji než benzín. K tomu přistupují státní i regionální podpory na nákup automobilů s "methanovým motorem" a další pobídky, jako jsou poukázky na bioplyn či parkování zdarma [24]. Četné závody také dodávají bioplyn do sítě zemního plynu [25].

4.3 Dánsko

Dánsko právě prožívá období velkého zájmu o bioplynovou technologii. Koncept bioplynových stanic byl rozpracován již v 80-letech, kdy byla poskytována až 40% nevratná dotace na výstavbu BPS. Došlo také k zpřísnění zákonů pro zpracování a uskladnění kejdy. Celkem je v Dánsku provozováno 56 bioplynových stanic, v roce 2000 jich bylo jen 20. Vyrobený bioplyn se používá pro kogeneraci. Prosadila se zde centrální velkokapacitní zařízení [15].

Tab. III: Výroba bioplynu v Dánsku v roce 1998 [33]

Druh zpracované biomasy	Množství v m ³	Podíl v %
Hovězí kejda	448 495	33,2
Prasečí kejda	529 138	39,1
Ostatní hnoje, kejdy apod.	49 429	3,7
Odpady z jatek	86 936	6,4
Ostatní odpady	238 548	17,6
Celkem	1 352 546	100,0
Celková produkce bioplynu (m ³)	50 092 000	

4.4 Švýcarsko

Ve Švýcarsku se podobně jako ve Švédsku již používá upravený bioplyn jako pohonná hmota. Na metan zde jezdí celkem 520 aut, k dispozici mají 27 stanic. Bioplyn není zatížen daní [23].

4.5 Rakousko

V Rakousku je v provozu přibližně 100 farmářských bioplynových zařízení, zpracovávajících nejen odpady z živočišné výroby, ale v poslední době stále více i další zemědělské odpady, zejména přebytky travní hmoty, odpady ze zařízení pro stravování a další bio-

logicky rozložitelné materiály, které jinak zatěžují životní prostředí. Ekonomika a ekologie bioplynových stanic je zlepšována dotační politikou státu. Současný využitelný potenciál bioplynu je však stále nejméně pětikrát vyšší než skutečně využívaný.

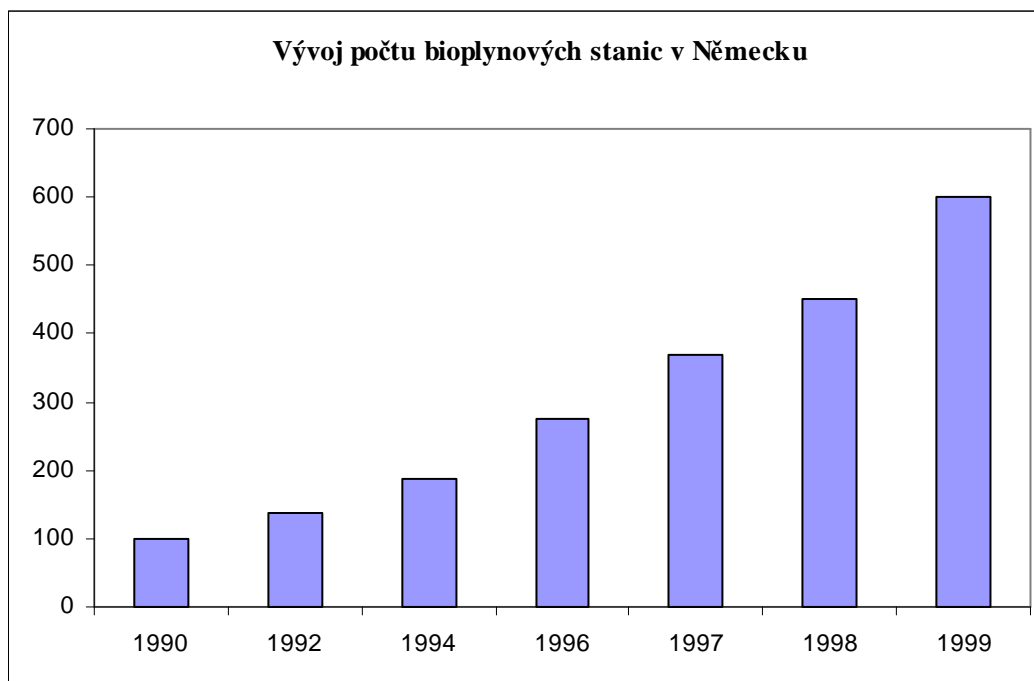
Důvody, proč v Rakousku stavět bioplynové stanice, jsou především turistika – tradiční způsob skladování chlévské mrvy je v rozporu s požadavky turismu i ochrany životního prostředí. Přesto výstavbu bioplynových stanic zde zatím nemůžeme považovat za masový jev a najdeme zde spíše malé stanice. Rychlý rozvoj výstavby bioplynových stanic nastal až po roce 1993 díky velké pomoci státu, i když malé stanice jsou relativně drahé. Rakouské prameny uvádějí za ekonomickou mez alespoň 200 kusů dobytka, a to má zde jen málo podniků.

V bioplynových stanicích se zpracovávají i nové, dříve nevyužívané materiály jako travní hmota a krmná řepa [26]. Od listopadu 2004 běží na Technické univerzitě ve Vídni projekt na úpravy bioplynu na kvalitu zemního plynu v obci Markt Sankt Martin v regionu Mittelburgenland. V zařízení v obci Markt Sankt Martin může být připraveno 1000m³ čistého metanu za hodinu, což je zhruba tolik, kolik spotřebuje jedna domácnost za rok. Během dvou či tří let se plánuje výroba již stonásobného množství metanu z biomasy. Zda bude tento plán úspěšný závisí na legislativě. Upravený bioplyn je totiž v současnosti dražší než zemní plyn [27].

4.6 Německo

Co do počtu bioplynových stanic zaujímá dnes Německo vedoucí postavení v Evropě. V provozu je kolem 800 zařízení a technika je na takové úrovni, že umožňuje sériovou výrobu [4]. V oblasti výroby bioplynu v zemědělství došlo ve SRN k výraznému zlomu nedávným přijetím nového zákona o obnovitelných zdrojích energie, který podstatně zvyšuje výkupní ceny elektřiny z těchto zdrojů. K novému příznivějšímu prostředí na trhu s energií přispívá i stanovisko vlády a podpůrné investiční programy jednotlivých spolkových zemí, které zaručují stabilní rámcové podmínky pro výstavbu a provoz bioplynových stanic v zemědělství. Výroba bioplynu se tak stává skutečným a významným přídatným odvětvím vedle rostlinné a živočišné výroby, vedle pevných biopaliv a bionafty. Nečastěji se používá pro kogeneraci. Podle odhadů německé vlády by mohl bioplyn krýt

asi 5,5 % německé potřeby zemního plynu, respektive dodávat až 17 miliard kWh elektrické energie ročně [28].



Obr.4. Vývoj počtu bioplynových stanic v Německu [22].

4.6.1 Charakteristika některých bioplynových stanic v Německu

Bioplynová stanice pana H. Seklera, Phalheim, okres Ellwangen

Bioplynová stanice se nachází se asi 10 km západně od města Tannhausen. Je vybudována "na zelené louce" v blízkosti zcela nové drůbežárny - odchovny broilerů o kapacitě 110 000 kusů za rok. Zpracovává veškerou podestýlku ze 6 turnusů během roku, která se částečně meziskladuje podle potřeby v horizontálním síle. Podestýlka tvoří však jen asi jednu třetinu substrátu, který přichází do fermentoru. Dvě třetiny představuje zelená hmota, zejména kukuřice, která se přidává k podestýlce buď v zeleném stavu nebo ve formě siláže, skladované ve velkém horizontálním síle v blízkosti stanice. Objem reaktoru je 1000 m³, z toho připadá 250 m³ na plynem (Obr. 5). Z tepla se 30 % používá k vytápění fermentoru, zbytek pro vytápění drůbežárny, ohřev vody a vytápění správní budovy. Stanice vyžaduje obsluhu v průměru jednu hodinu denně, jinak obsluhu zajišťují automaty a počítače.



Obr.5. Fermentor na bioplynové stanici Phalheim [28].



Obr.6. Kogenerační jednotka na BPS Phalheim [28].

Bioplynová stanice Witte Bioenergie GmbH and Co

Firma Witte sídlící nedaleko vestfálského města Rheda – Wiedenbrück chová kromě 80 kusů dojnic a jejich dorostu také 7000 krůt. Krůty jsou chovány na podestýlce ze slámové řezanky. Betonový fermentor má objem 490 m^3 a je vybaven vytápěním ve stěnách a v podlaze. Vyhnílý substrát je dopravován do skladovací nádrže o objemu 1237 m^3 . I v této nádrži se ještě jímá plyn (20 až 30% z celkové výroby plynu). Fermentor i skladovací nádrž jsou kryty nafukovacími střechami s integrovanými plynojemy (80 m^3 nad fermentorem, 330 m^3 nad skladovací nádrží). Bioplyn se využívá ke kogeneraci, vyráběné

teplo se využívá k vytápění obytného domu a drůbežárny. Za den se vyrobí 720 až 1100 m³ bioplynu, 1600 až 2400 kWh proudu za den, z toho je 85 % dodáváno do veřejné sítě [28].

5. VYUŽÍVÁNÍ BIOPLYNU Z ODPADU ŽIVOČIŠNÉ VÝROBY V ČESKÉ REPUBLICE

V České republice je podíl bioplynu na energetické produkci nevýznamný, v provozu je 12 bioplynových stanic zpracovávajících živočišný odpad. Zpracovávají přes 200 tis.tun materiálu ročně při výrobě zhruba 6 mil. m³ bioplynu ročně [29]. Využívání bioplynu má přesto u nás tradici [27]. Dále je v ČR v provozu přibližně 100 bioplynových reaktorů na zpracování čistírenských kalů [30]. Za osm let však byla postavena jediná bioplynová stanice zpracovávající živočišný odpad a to ve Velkém Karlově. Přitom je v České republice dostupný potenciál 14 mil. tun vhodného materiálu pro výrobu zhruba 625 mil.m³ bioplynu ročně [29].

5.1 Stručná charakteristika některých bioplynových stanic

5.1.1 Třeboň

Nejstarší bioplynová stanice v České republice, do provozu byla uvedena v roce 1974. Zpracovává kejdu prasat společně s městskými vodami. Producentem kejdy je velkovýkrma Gigant, kde je dnes chováno kolem 19 tisíc prasat. Bioplynová stanice má dva reaktory, jeden o objemu 3200 m³, druhý má objem 2800 m³, oba jsou železobetonové konstrukce, jsou izolované polystyrénovým obkladem, který je chráněn hliníkovým plechem. Za den se vyrobí 3000 m³ bioplynu, využívá se ke kogeneraci [31].

5.1.2 Trhový Štěpánov (okres Benešov)

Bioplynovou stanicí provozuje firma RABBIT a.s. Se stavbou se začalo v roce 1993, stavba trvala 14 měsíců. Vstupní surovinou je hovězí kejda a kejda prasat. Reaktor má objem 700 m³, skladovací nádrž 2500 m³, plynojem 500 m³. Dvě třetiny bioplynu se využívají k tepelné energii, zbytek na výrobu elektřiny. Tepelná energie se využívá pro vytápění drůbežárny a pro sušení králíčích kůží. Bioplyn se neodsířuje. S neodsířeným bioplynem nejsou žádné problémy týkající se zvýšeného opotřebení materiálu, což je zejména díky pečlivé údržbě kogeneračního motoru a mazání kvalitním olejem [32].

5.1.3 Jindřichov (okres Přerov)

Bioplynová stanice je v provozu od roku 1989. Zpracovává slámatý hnůj od cca 250 krav, 21 tun denně. Hnůj se nejprve nechá na hromadě 2 až 3 dny, poté se dává do fermentorů (Obr. 7), kde se nechá vyhnívat 4 až 6 týdnů. Je zde 6 fermentorů, každý má objem 85 m³. Teplota fermentace je 35 až 40 °C, a denní produkce bioplynu 600 m³. Ročně se vyrobí 150 tis kWh elektrické energie, která je využita pro vlastní spotřebu. Přebytky vyrobené elektrické energie dříve byly dodávány do sítě za velmi nízkou cenu, dnes už se nedodávají. Vznikající odpadní teplo je využíváno k dosoušení řeziva ve zřízené sušárně dřeva [34].



Obr. 7. Fermentory na BPS Jindřichov



Obr. 8. Plynojemy na BPS Jindřichov

5.1.4 Velký Karlov (okres Znojmo)

V této obci byla dne 5.5.2006 uvedena největší zemědělská bioplynová stanice v Evropě. Ke svému chodu bude využívat organické odpady zemědělské prvovýroby, jako jsou kejda, drůbeží hnůj, senáž, siláž apod. Bioplynová stanice naběhne na plný výkon do dvou měsíců. Stanice bude produkovat elektrickou energii jednak do běžné sítě, využívána bude i přímo pro areál stanice a okolní zemědělské provozy. Celkové náklady na výstavbu zařízení dosáhly téměř 180 milionů korun. Do konce roku se ještě plánuje postavit na Znojmsku dvě menší stanice, mělo by v nich být zaměstnáno na 40 lidí [35].

5.1.5 Ostatní zemědělské bioplynové stanice v ČR

Tab. IV: Ostatní zemědělské bioplynové stanice v ČR [36].

místo	objem fermentoru (m ³)	fermentovaný materiál	množství ferm.materiálu (m ³ /den)	Produkce bioplynu (m ³ /den)	Teplota fermentoru (°C)	Využití bioplynu	Rok zahájení provozu
Kroměříž	2x980, 2x3500	P/Č	180/100	3800	35-40	teplo	1985
Kladruby	2x1200	P/M	100	2200	39-41	kogenerace	1989
Plevnice	2x1100	P/Ku	70/10	1700	39-41	kogenerace	1993
Mimoň	2x1800	P	120	3500	42-45	kogenerace	1994
Šebetov	2x2200	P	120	2000	39-41	kogenerace	1993
Výšovice	8x180	S/M	11t	350	35-40	teplo	1987
Hustopeče	8x170	S/M	44t	1200	35-40	teplo	1986
Skalice	2160	K/P	170	2700	37		1993

Zkratky: Č – čistírenský kal, Ku – drůbeží trus, M – chlévská mrva, P – prasečí kejda, S – slamnatý hnůj

5.2 Nebezpečí spojené s bioplynovými stanicemi

Bioplynové stanice mohou být i zdrojem nebezpečí. Jedním z rizik je nadýchání se bioplynu, které může při dostatečné koncentraci a délce působení způsobit smrtelnou otravu nebo udušení. Při kontaktu s neodsířeným bioplynem působí toxicky sulfan. I při kontaktu s odsířeným bioplynem může nastat smrt v důsledku nedostatku kyslíku, stejně jako při kontaktu s oxidem uhličitým, který se shromáždil v silu na zelené krmivo. Bioplyn také může ve směsi se vzduchem explodovat, avšak jen tehdy, pokud podíl bioplynu ve směsi činí 6 až 12 % a teplota zápalného zdroje je 700°C. Proto je nutné v okolí plynojemu a reaktoru vyznačit ochranné zóny, v nichž je zakázáno zakládat oheň. Velikost ochranných zón kolísá mezi 1,5 a 20 m.

5.3 Problémy spojené s bioplynovými technologiemi

Při pořizování bioplynových stanic je potřeba brát ohled na tyto okolnosti:

1. Bioplynová stanice nepomůže ozdravit nebo udržet při životě upadající podnik. Zdravému podniku však pomůže zachovat si dobrý stav.
2. Bioplynovou stanicí by neměl budovat podnik, který řeší problém chovu dobytka.
3. Je bezpodmínečně nutné usilovat o pokud možno úplné využití bioplynu.
4. O methanové bakterie je potřeba pečovat. Proto provoz bioplynové stanice vyžaduje určité znalosti.
5. Provoz stanice vyžaduje údržbu.
6. Vyhníly substrát je potřeba vypouštět nízko nad zemí, například řadou hadic vlečených po zemi, aby se zabránilo ztrátám čpavku.

Je však třeba ještě zvážit další požadavky a to například minimalizování transportu a manipulace s materiálem, využívání všech materiálových a energetických výstupů v maximální možné míře apod [22].

Dodávky technologie pro bioplynové stanice je možné téměř ze 100 % zabezpečit z tuzemských zdrojů. Základní překážkou pro rozvoj a šíření bioplynových technologií je relativně vysoká cena, protože u některých komponent neexistuje sériová výroba a dále pak to jsou vysoké bezpečnostní požadavky. Zejména u malých a středních bioplynových stanic je tento faktor významným omezením [37]. Například bioplynová stanice v Jindřichově byla postavena s tím, že doba návratnosti investic je 32 let.

Problémy mohou nastat i při dlouhotrvajících mrazech, kdy dochází k zamrznutí substrátu, např. v Jindřichově, kde se hnůj nechává před nakládáním do fermentoru 2 až 3 dny na hromadě venku.

6. LEGISLATIVA PRO PODPORU A PROPAGACI BIOPLYNOVÝCH TECHNOLOGIÍ

6.1 Zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů energie

V roce 2004 tento podíl využívání obnovitelných zdrojů činil 4,04 %. Z bioplynu bylo vyrobeno 139 GWh elektřiny, čímž jej můžeme zařadit k významnějším zdrojům, hned za vodní elektrárny a biomasu. Zemědělský bioplyn má však na tomto množství jen 5% podíl [38]. Jedním z nástrojů podpory využívání obnovitelných zdrojů je zákon č. 180/2005 Sb., o podpoře využívání obnovitelných zdrojů [39]. Účelem zákona je podpora využití obnovitelných zdrojů energie. Dále je účelem zákona trvalé zvyšování podílu obnovitelných zdrojů na spotřebě primárních energetických zdrojů, šetrné využívání přírodních zdrojů a naplnění indikativního cíle podílu elektřiny z obnovitelných zdrojů na hrubé spotřebě elektřiny v České republice ve výši 8 % k roku 2010. Podpora se vztahuje na výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů vyrobenou v zařízeních v České republice využívajících obnovitelné zdroje a je stanovena odlišně podle druhu obnovitelného zdroje, velikosti instalovaného výkonu výroby i např. podle parametrů biomasy. Zákon upravuje práva a povinnosti subjektů na trhu s elektřinou z obnovitelných zdrojů, podmínky podpory, výkupu a evidence výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů, stanovení výše cen za elektřinu z obnovitelných zdrojů samostatně pro jednotlivé druhy obnovitelných zdrojů a zelených bonusů, způsob pravidelného vyhodnocování podílu výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů na hrubé spotřebě elektřiny za minulý kalendářní rok a propočet očekávaných dopadů podpory na celkovou cenu elektřiny pro konečné zákazníky v nadcházejícím kalendářním roce. Dále zákon stanoví provádění kontrol prostřednictvím Státní energetické inspekce a výši jednotlivých pokut za správní delikty [40].

6.2 Směrnice EU č. 99/31/C a 91/676/EFC

Směrnice EU č. 99/31/C o skládkování odpadů ukládá členským státům povinnost, aby bylo postupně snižováno množství ukládaného biologicky rozložitelného odpadu na skládky (50 % do roku 2009 a 35 % do roku 2016). Směrnice EU č. 91/676/EEC (tzv. "nitrátová směrnice") upravuje aplikaci průmyslových a statkových hnojiv v zemědělství. Z

této směrnice vyplývá, že prakticky nebude možná přímá aplikace některých exkrementů z chovu hospodářských zvířat. Jedním ze způsobů, jak se s těmito odpady vypořádat je právě anaerobní fermentace v bioplynových stanicích [41].

6.3 Návrh na podporu bioplynových stanic

Podpora výstavby bioplynových stanic může přinést vedle toho, co už bylo popsáno v kapitole Výhody anaerobní fermentace a v kapitole Využití bioplynu další efekty např. zdroj příjmů pro malé a střední podniky, ochrana spodních a povrchových vod, podpora údržby kulturní krajiny, snížení závislosti na dovozu energetické suroviny, podpora zaměstnanosti, odstranění poplatků za zpracování odpadů a za znečišťování a vyšší efektivita dotačních systémů v zemědělství.

Doporučení k podpoře bioplynových stanic:

6.3.1 Garance výkupních cen elektřiny

Zvýšení garantovanosti výkupních cen elektřiny z obnovitelných zdrojů by bylo možné dosáhnout několika způsoby:

- stanovit platnost cenového rozhodnutí na určitou dobu (5 nebo 10 let) s tím, že v tomto období nebude možné snižování výkupních cen nebo snížení bude možné maximálně jen o stanovené procento.
- uzavřít dobrovolnou dohodu mezi vládou, ERÚ a zájmovými svazy zastřešujícími využívání obnovitelných zdrojů elektřiny
- připravit nový zákon o podpoře obnovitelných zdrojů elektřiny, který by zahrnoval i výkupní ceny elektřiny z obnovitelných zdrojů
- zahrnout garanci zachování minimální výše výkupních ceny elektřiny z obnovitelných zdrojů do vyhlášky MPO č. 252/2001 Sb.

6.3.2 Ostatní právní normy a technické předpisy

- odstranit legislativní bariéry a podpořit výrobu, čištění a využití bioplynu a organických hnojivářských substrátů z biodegradabilních komunálních, zemědělských i průmyslových odpadů i záměrně k tomuto účelu produkovaných organických materiálů.
- Zjednodušit podmínky pro uvedení do provozu malých bioplynových stanic do výkonu 1 MWe a pro provoz bioplynových stanic ekvivalentního výkonu, vyráběly pouze teplo, případně bioplyn pro jiné účely (distribuce v tlakových nádobách, pohonná hmota v dopravě apod.)
- Vyjmout zařízení na výrobu elektrické energie z bioplynu ze zařízení považovaných za energetický zdroj ve smyslu energetického zákona a souvisejících právních norem, pokud výroba energie nepřevyšuje její spotřebu v místě výroby (ostrovní provoz podniku).
- Osvobodit od daně z příjmu při provozování bioplynové stanice uplatnit po dobu alespoň 10 let.
- Při realizaci stavby bioplynové stanice upustit od poplatků za vynětí stavební parcely ze zemědělského půdního fondu
- prováděcí vyhlášce k zákonu o hnojivech specifikovat anaerobně fermentovaný substrát jako hnojivo organického původu.
- Analyzovat možnosti využití čištěného bioplynu pro distribuci a zásobování v nízkotlakých, příp. středotlakých rozvodech obdobně jako zemním plynem, resp. v tlakových nádobách a navrhnout program podpory takového řešení.
- Analyzovat možnosti využití čištěného bioplynu jako pohonné hmoty pro dopravu (např. pro veřejnou dopravu) a navrhnout program podpory takového řešení jako varianty stávajících nebo zamýšlených programů plynofikace dopravy.

6.3.3 Výchova, vzdělání, věda a výzkum

- metodicky podpořit výuku v oblasti využívání obnovitelných zdrojů, včetně využívání bioplynu zařazenou v Rámcových vzdělávacích programech, základní informace pro základní a střední školy, podrobnější informace by měly být poskytnuty především na zemědělských školách a některých průmyslových školách

- v rámci Národního programu výzkumu kontinuálně podpořit (návazně na resortní programy vědy a výzkumu) výzkum a vývoj v oblasti využití obnovitelných zdrojů energie [29]

ZÁVĚR

Ve své práci jsem měl zaznamenat poznatky o využití bioplynu z odpadu živočišné výroby. V první části je obecně popsáno, co je to bioplyn a jak vzniká. Druhá část je konkrétně zaměřena na bioplyn z odpadů živočišné výroby, z jakých druhů materiálů se vyrábí, jaká jsou potřebná technická zařízení pro jeho výrobu a následně jak je možné vzniklý bioplyn zpracovávat a čistit. Ve třetí části jsou shrnuty poznatky o možnostech využití bioplynu a jak se využívá ve světě, podrobněji je popsáno jeho využívání ve významných evropských zemích a v České republice. V poslední části je soustředěna pozornost na legislativu a podporu týkající se využívání této suroviny v České republice.

Z prostudované literatury vyplývá, že nejvíce využívaný a nejsnadnější způsob využití je kogenerace, což je společná výroba elektrické energie a tepla. Elektřina se obvykle používá pro provoz vlastní bioplynové stanice a přilehlých zemědělských objektů, přebytky jsou dodávány do sítě. Teplo se též využívá pro vytápění objektů patřících k bioplynové stanici. Dodávání do plynovodní sítě naráží na nezáměr plynárenských společností z důvodu neschopnosti zaručit stálou kvalitu paliva. Ve Švédsku se však již upravený bioplyn do plynovodní sítě dodává. Ani jeho využívání jako pohonné hmoty se u nás zatím příliš nerozvíjí, především z důvodu drahého čištění a nedostatku plnicích stanic. To však neplatí o Švédsku a Švýcarsku, kde již jezdí automobily a autobusy poháněné bioplymem. Bioplyn zde není zatížen spotřební daní a proto vychází levněji než benzín a majitele těchto vozů mají další výhody. Důležité je, že při používání bioplynu jako pohonné hmoty uniká do ovzduší mnohem méně škodlivých látek než při spalování benzínu a nafty. Využívat bioplyn jako zdroj vodíku je zatím záležitost budoucnosti.

Kromě již zmíněných zemí se používání bioplynu rozmáhá z rozvojových zemí v Indii, z evropských států je to ještě Dánsko, Rakousko a především Německo, kde je v provozu cca 800 bioplynových stanic na zpracování živočišného odpadu.

V ČR má využívání bioplynu dlouholetou tradici, podíl vyrobené energie z bioplynu na celkové energetické produkci je však nevýznamný a za 8 let byla postavena jen jedna bioplynová stanice a to ve Velkém Karlově na Znojemsku, nicméně se plánuje do konce roku postavit na Znojemsku ještě dvě menší stanice.

Bioplyn v ČR se používá především ke kogeneraci, teplo je využíváno k vytápění vlastní BPS a přílehlých zemědělských objektů nebo k sušení. Vyrobena elektrická energie se používá k provozu BPS, vyjímečně je dodávána do sítě.

Hlavní omezující faktor pro výstavbu BPS je vysoká cena technických komponent a tím i značně velké investiční náklady. Například BPS v Jindřichově byla postavena s dobou návratnosti investic na 32 let, investiční náklady na BPS ve Velkém Karlově dosáhly 180 milionů Kč. Dalším faktorem je to, že budoucnost a rozvíjení zemědělství v ČR je nejisté, např. počet krav a prasat v ČR neustále klesá – počet krav je na 45 % úrovni roku 1989, počet prasat na 60 % úrovni roku 1989 [42]. Také legislativa na jejich podporu i propagaci je nedostatečná, v tomto směru však se dá očekávat zlepšení díky směrnicím EU.

Jeho využívání má však velkou budoucnost a dnes je přímo nutné začít využívat obnovitelné zdroje energie – bioplyn je jedním z nejsnáze dosažitelným zdrojem energie a navíc se při výrobě bioplynu dosáhne zmenšení objemu a stabilizace odpadů.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- 1) Actum s.r.o. – Jaderné elektrárny a obnovitelné zdroje energie. [online]. [cit. 21.4.2006]. Dostupné na www: <http://www.alternativni-zdroje.cz/jaderne-elektrarny.htm>
- 2) Czech RE Agency – Obnovitelné zdroje energie. [online]. [cit. 21.4.2006]. Dostupné na www: <http://www.czrea.cz/clanek.php?CLANEK=19>
- 3) Czech RE Agency – Evropská unie a obnovitelné zdroje energie. [online]. [cit. 21.4.2006]. Dostupné na www: <http://www.czrea.cz/clanek.php?CLANEK=33>
- 4) Heinz S., Eder B.: Bioplyn v praxi, 1.české vyd., Hel, Ostrava, 2004, 168s.
- 5) Srdečný K.: Energie v biomase. [online]. [cit. 21.4.2006]. Dostupné na www: <http://www.ekolist.cz/zprava.shtml?x=120246>
- 6) Wikipedie, otevřená encyklopedie: Bioplyn [online]. [cit. 21.4.2006]. Dostupné na www: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Bioplyn>
- 7) Zeman P.: Využití bioplynu ze skládek odpadů, Bakalářská práce UTB Zlín, 2005
- 8) Kupec J.: Technologie odpadních vod, 1.vyd., VUT v Brně, 1978
- 9) Váňa J., Slejška A.: Anaerobní konverze organických substrátů – jednotlivé fáze procesu [online]. [cit. 21.4.2006]. Dostupné na www: <http://stary.biom.cz/publikace/bioplyn/02.html>
- 10) Moravec A.: Příprava bioplynové stanice. [online]. [cit. 21.4.2006]. Dostupné na www: http://www.tedom.cz/kogenerace/magazin/magazin/tedom_mag8.pdf
- 11) Energ s.r.o. – Využití biomasy [online]. [cit. 21.4.2006]. Dostupné na www: <http://www.energ.cz/index.phtml?page=/uspor/biomasa.html&polozka=0>
- 12) Wikipedie, otevřená encyklopedie: Kejda [online]. [cit. 21.4.2006]. Dostupné na www: <http://encyklopedie.biom.cz/wiki/index.php/Kejda>
- 13) Wikipedie, otevřená encyklopedie: Močůvka [online]. [cit. 21.4.2006]. Dostupné na www: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Mo%C4%8D%C5%AFvka>
- 14) Kajan M.: Bioplyn z odpadu živočišné výroby [online]. [cit. 21.4.2006]. Dostupné na www: <http://www.biom.cz/index.shtml?x=475365>
- 15) Dohányos M. a kol.: Anaerobní čistírenské technologie, 1.vyd., Noel 2000, Brno, 1998, 343 s.

- 16) Wikipedie, otevřená encyklopedie: Sušení bioplynu [online]. [cit. 21.4.2006]. Dostupné na www:
http://encyklopedie.biom.cz/wiki/index.php/Su%C5%A1en%C3%AD_bioplynu
- 17) Wikipedie, otevřená encyklopedie: Kogenerace. [online]. [cit. 21.4.2006]. Dostupné na www: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Kogenerace>
- 18) Wikipedie, otevřená encyklopedie: Kogenerační využití bioplynu. [online]. [cit. 21.4.2006]. Dostupné na www:
http://cs.wikipedia.org/wiki/Bioplyn#Kogenera.C4.8Dn.C3.AD_vyu.C5.BEit.C3.AD_bioplynu
- 19) Murár V.: Trigenerace. [online]. [cit. 21.4.2006]. Dostupné na www:
http://www.tedom.cz/kogenerace/magazin/tmj12002_trigenerace.asp
- 20) Adamec V. a kol. Analýza možností využití bioplynu jako pohonné hmoty pro dopravu [online]. [cit. 21.4.2006] Dostupné na www:
http://www.cdv.cz/text/vz/vz1/pvz1_19.pdf
- 21) Müller K.: Využití bioplynu v dopravě, semestrální práce, Univerzita Pardubice, 2004 [online]. [cit. 21.4.2006]. Dostupné na www:
http://envi.upce.cz/pisprace/ks_pha/04/muller.pdf
- 22) Pastorek Z., Kára J., Jevič P.: Biomasa – obnovitelný zdroj energie, 1. vydání, FCC PUBLIC, Praha, 2004
- 23) Simopt s.r.o. – Alternativní pohonné hmoty a technologie – Bioplyn. [online]. [cit. 21.4.2006]. Dostupné na www:
http://www.cng.cz/cz/index.php?show_page=text§ion=7.2.
- 24) Slejška A.: Bioplynové zajímavosti z německy píšícího tisku. [online]. [cit. 21.4.2006]. Dostupné na www: <http://www.biom.cz/index.shtml?x=431227>
- 25) GAS s.r.o. – Zpráva ze zasedání pracovní skupiny Marcogaz WG „Bioplyn“, Paříž, 2004. [online]. [cit. 21.4.2006] Dostupné na www:
http://www.gasinfo.cz/isgas/1_1_15_8_12_10.htm
- 26) Sladký V.: Farmářské bioplynové stanice v Rakousku [online]. [cit. 21.4.2006]. Dostupné na www: <http://www.biom.cz/index.shtml?x=61551>
- 27) Slejška A.: Vyčištěný bioplyn do rozvodné sítě pro zemní plyn. [online]. [cit. 21.4.2006]. Dostupné na www: <http://www.biom.cz/index.shtml?x=365953>

- 28) Sladký V. a kol. Bioplyn v Německu [online]. [cit. 21.4.2006]. Dostupné na www: <http://www.biom.cz/index.shtml?x=148446>
- 29) Usnesení vlády České republiky č.297 k návrhu programu podpory výroby a využití bioplynu a výstavby bioplynových stanic do roku 2010 včetně návrhu finanční a legislativní podpory tohoto programu, 26.3.2003 [online]. [cit. 21.4.2006]. Dostupné na www: http://wtd.vlada.cz/vyhledavani/vyhledavani_usnes.htm
- 30) Trnobranský K.: Spalování bioodpadů s použitím fermentačního reaktoru a kogenerační jednotky. [online]. [cit. 21.4.2006]. Dostupné na www: www.ceacr.cz/?download=1998/98_887.pdf
- 31) Kajan M.: Bioplynová stanice Třeboň. [online]. [cit. 21.4.2006]. Dostupné na www: <http://www.biom.cz/index.shtml?x=183796>
- 32) Mazancová J.: Bioplynová stanice Trhový Štěpánov – poznámky z přednášky a exkurze [online]. [cit. 21.4.2006]. Dostupné na www: <http://biom.cz/index.shtml?x=135909>
- 33) Slejška A.: Bioplyn v Dánsku [online]. [cit. 21.4.2006]. Dostupné na www: <http://www.biom.cz/index.shtml?x=71018>
- 34) Součková H.: Využití bioplynu v zemědělství. [online]. [cit. 21.4.2006]. Dostupné na www: www.ceacr.cz/?download=2001/1179.pdf
- 35) Ve Velkém Karlově byla otevřena největší bioplynová stanice v Evropě. Znojemský Týden, č.20/2006 [online]. [cit. 21.4.2006]. Dostupné na www: <http://www.znoj-tyden.cz/>
- 36) Kajan M.: Výroba a využití bioplynu v zemědělství. [online]. [cit. 21.4.2006]. Dostupné na www: <http://czbiom.ecn.cz/index.shtml?x=110712>
- 37) Berka J.: Příspěvek k doktorandskému semináři na téma: Vyhodnocení bioplynových stanic z hlediska ekonomické efektivity, společenské efektivity výroby bioplynu a východiska pro stanovení podpor výroby bioplynu. [online]. [cit. 21.4.2006]. Dostupné na www: <http://dsp2002.pef.czu.cz/pdf/dsp-69.pdf>
- 38) Zpráva o plnění indikativního cíle výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů za rok 2004. [online]. [cit. 21.4.2006]. Dostupné na www: <http://download.mpo.cz/get/26677/26757/298870/priloha001.pdf>

- 39) Doležel J.: Zpráva o plnění indikativního cíle výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů za rok 2004. [online]. [cit. 21.4.2006]. Dostupné na www: <http://www.mpo.cz/dokument6746.html>
- 40) Doležel J.: Zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů energie (zákon č. 180/2005 Sb.) [online]. [cit. 21.4.2006]. Dostupné na www: <http://www.mpo.cz/dokument6697.html>
- 41) Študlar Z.: Využití bioplynu pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla. [online]. [cit. 21.4.2006]. Dostupné na www: http://www.tedom.cz/kogenerace/magazin/tmj12002_bioplyn.asp
- 42) Vývoj stavů hospodářských zvířat v letech 1980-2006 – ČR, Český statistický úřad. [online]. [cit. 21.4.2006]. Dostupné na www: [http://www.czso.cz/csu/edicniplan.nsf/t/6F00290554/\\$File/21030601.XLS](http://www.czso.cz/csu/edicniplan.nsf/t/6F00290554/$File/21030601.XLS)

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

BPS – Bioplynová stanice

ČR – Česká republika

EU – Evropská unie

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Průběh čtyřfázové anaerobní fermentace.....	9
Obr. 2. Horizontální reaktor.....	14
Obr. 3. Vertikální reaktor	14
Obr. 4. Vývoj počtu bioplynových stanic v Německu.....	34
Obr. 5. Fermentor na bioplynové stanici Phalheim.....	35
Obr.6. Kogenerační jednotka na bioplynové stanici Phalheim.....	35
Obr.7. Fermentory na BPS Jindřichov.....	37
Obr. 8. Plynojemy na BPS Jindřichov.....	37

SEZNAM TABULEK

Tab. I. Množství odpadu a produkce bioplynu pro vybrané druhy hospodářských zvířat...11	11
Tab. II. Srovnání bioplynu (60 % metanu) s jinými hořlavými plyny.....24	24
Tab.III Výroba bioplynu v Dánsku v roce 1998.....30	30
Tab. IV: Ostatní zemědělské bioplynové stanice v ČR.....34	34

