

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Katedra rostlinné výroby

---

## **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Uplatnění digestátu při provozování bioplynové stanice  
zemědělského typu

Autor: **Aneta Čápková**

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Zemědělské biotechnologie

Vedoucí práce: **doc. Ing. Diviš Jiří, CSc.**

Duben 2013

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 22.3.2013

.....

*vlastnoruční podpis*

### **Poděkování:**

Poděkování za odbornou pomoc, cenné připomínky, rady při zpracování a řešení mé bakalářské práce patří Ing. Jiřímu Divišovi, doc. CSc. Dále bych ráda poděkovala provozovatelům bioplynových stanic za jejich vstřícný přístup a poskytnutí informací o jimi provozovaných bioplynových stanicích. V neposlední řadě děkuji i mé rodině a přátelům, kteří mě po dobu studia podporovali.

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce porovnává vstupy do bioplynových stanic, uplatnění digestátu a jeho složení u pěti oslovených bioplynových stanic. Práce je rozdělena na literární přehled a část experimentální. Teoretická část vysvětluje základní pojmy a problematiku týkající se bioplynu, bioplynových stanic, substrátů a digestátu. Praktická část obsahuje data z konkrétních bioplynových stanic. Data byla získána na základě dotazníků, kdy se provozovatelé vyjádřili k parametrům bioplynové stanice, použitému substrátu, výtěžnosti methanu, rozboru digestátu a jeho způsobu aplikace.

### **Klíčová slova:**

digestát, bioplyn, bioplynová stanice, anaerobní fermentace, digesce, hnojivo.

## **ABSTRACT**

Comparing inputs needed to operate biogas stations, this Bachelor paper focuses on the composition of digestate and on its use in five examined stations. The paper is split into two sections: theoretical and practical. The theoretical section, i.e. a summary of relevant literature, explains the basic concepts and other issues related to the biogas proper, biogas generating stations, substrates and digestates. The practical section deals with experimental data obtained from the five stations. The data were acquired through a questionnaire wherein the stations' operators described their facilities while specifying the parameters; substrates applied; methane yield figures; results of digestate analyses; and their methods of application.

### **Key words:**

digestate, biogas, biogas station, anaerobic fermentation, digestion, fertilizer

# Obsah

<b>1. ÚVOD</b> .....	<b>6</b>
<b>2. LITERÁRNÍ PŘEHLED</b> .....	<b>7</b>
2.1 BIOPLYN.....	7
2.1.1 <i>Vlastnosti bioplynu</i> .....	8
2.1.2 <i>Výhřevnost bioplynu</i> .....	9
2.1.3 <i>Energetické využití bioplynu</i> .....	9
2.1.4 <i>Další využití bioplynu</i> .....	10
2.1.5 <i>Vznik bioplynu</i> .....	10
2.1.6 <i>Faktory ovlivňují methanizaci</i> .....	12
2.2 HISTORIE BIOPLYNOVÝCH STANIC.....	14
2.2.1 <i>BPS v ČR</i> .....	15
2.2.2 <i>BPS v Německu</i> .....	15
2.3 BIOPLYNOVÉ STANICE .....	17
2.3.1 <i>Obecné parametry BPS</i> .....	18
2.3.2 <i>Rozdělení BPS</i> .....	19
2.3.3 <i>Podpora využití bioplynu</i> .....	20
2.3.4 <i>Typy procesu anaerobní digesce</i> .....	21
2.4 SUBSTRÁTY A PRODUKTY BPS.....	23
2.4.1 <i>Energetické plodiny</i> .....	24
2.4.2 <i>Předúprava substrátu</i> .....	26
2.4.3 <i>Metody předúpravy surovin</i> .....	27
2.5 DIGESTÁT .....	28
2.5.1 <i>Rozdělení digestátů</i> .....	28
2.5.2 <i>Nakládání s digestátem</i> .....	29
2.5.3 <i>Perspektiva využití digestátu jako paliva</i> .....	30
2.5.4 <i>Využití digestátu jako hnojiva</i> .....	31
2.6 LEGISLATIVA KE VZTAHU SKLADOVÁNÍ A REGISTRACE DIGESTÁTU .....	32
2.6.1 <i>Registrace digestátu</i> .....	33
2.6.2 <i>Skladování digestátu</i> .....	35
<b>3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST</b> .....	<b>36</b>
3.1 METODIKA .....	36
3.2 VÝSLEDKY .....	37
3.3 DISKUZE.....	46
<b>4. ZÁVĚR</b> .....	<b>47</b>
<b>5. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>49</b>
5.1 LITERATURA .....	49
5.2 INTERNET .....	51

## 1. ÚVOD

Nynější energetická situace, jak v České republice, tak ve světě, se vyznačuje vysokou poptávkou po energiích a s tím souvisejícím nárůstem cen. Tento okamžik může být klíčovým pro investory, kteří chtějí z této situace co nejvíce vylézt a využít investičních pobídek při realizaci technologických zařízení na výrobu energie z obnovitelných zdrojů. Zemědělství můžeme bezesporu označit jako odvětví, které má pro výrobu energie z obnovitelných zdrojů největší možnosti a předpoklady. Bioplyn je jedním z velmi perspektivních obnovitelných zdrojů. V České republice je tradičně využíváno anaerobní digesce jako součást technologie komunální ČOV. Zde vzniklý bioplyn je použit převážně pro vlastní potřebu provozů. Velmi dramatický rozvoj zažívá výstavba bioplynových stanic. Ta svou dynamikou předčila i rozvoj využívání skládkových plynů, které dominovaly v předchozích letech. Zbytkem při procesu vzniku bioplynu v bioplynových stanicích je tzv. digestát. Digestát je stabilizovaný materiál, který je možné použít jako kvalitní hnojivo. Výhodou aplikace digestátu je především úspora minerálních hnojiv a dobrý vliv na výnos a kvalitu porostu. Avšak musíme si uvědomit, že provozovatelé BPS se ho snaží spíše zbavit. Se skladováním a registrací digestátu souvisí povinnosti vyplývající z legislativy. Tyto starosti odpadají provozovatelům, kteří aplikují digestát na vlastní pozemky. Tento digestát nemusí být registrován. Bioplynová stanice tedy může zajišťovat materiálové využití bioodpadu a současně s tím i významnou produkci ekologicky čisté energie s možností prodeje za výhodnou cenu.

## 2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 2.1 Bioplyn

Souhrnný termín „bioplyn“ přiřadila technická praxe výlučně pro plyný produkt anaerobní methanové fermentace organických látek uváděné též pod pojmy anaerobní digesce, biomethanizace nebo biogasifikace (Dohányos, 2003). Bioplyn nazývaný též kalový plyn je směs plynů, která obsahuje 55 – 75 % methanu (tato složka určuje jeho výhřevnost), 25 - 40 % oxidu uhličitého a 1 - 3 % minoritních plynů např. dusík, vodík, sulfan. Proměnlivou složkou bioplynu je vodní pára (Kára, 2001). Velmi důležitý je nízký obsah sulfanu, jak uvádí Souček (2005) hlavně tam, kde je bioplyn používán jako palivo pro zdroj energie pro generátory a kotle. Je toxický a silně korozivní. Proto musí být z bioplynu odstraněn. Technologie odstranění je běžnou technologií čištění plynů.

Tab. 1 – Chemické složení a vlastnosti bioplynu

	Methan	Oxid uhličitý	Vodík	Sulfan	Bioplyn
Objemový díl (%)	55-70	27-47	1	3	100
Výhřevnost (MJ.m <sup>-3</sup> )	35,8	-	10,8	22,8	21,5
Hranice zápalnosti (obj. %)	5-15	-	4-80	4-45	6-12
Zápalná teplota (°C)	650-750	-	585	-	650-750
Hustota (kg.m <sup>-3</sup> )	0,72	1,98	0,09	1,54	1,2

Zdroj: EKOTREND, Pecharová, 2001

Dohányos (2003) říká, že kvalitní bioplyn by měl obsahovat jen zlomky procenta dusíku, prakticky žádný vodík (méně než desetiny %) ani žádný kyslík. Typické produkce bioplynu a obsahy methanu viz **Tab. 2 - Produktivita různých substrátů v procesu biomethanizace.**

Tab. 2 - Produktivita různých substrátů v procesu biomethanizace

Zdrojová skupina	Produkce bioplynu (m <sup>3</sup> /kg rozložené sušiny)	Obsah methanu (% obj.)
Polysacharidy a jednoduché cukry	0,75 - 0,90	50 - 60
Proteiny	0,55 - 0,75	70 - 80
Lipidy	1,10 - 1,55	60 - 70

Zdroj: Dohányos, 2003

Pro úplnost dodává, že zdaleka ne vždy musí celý rozkladný proces probíhat v řetězci tvořeném bakteriemi a jim podobnými organismy. Velmi často se hydrolytických procesů zúčastňují vyšší a mnohem složitější organismy.

### 2.1.1 Vlastnosti bioplynu

Pro samotné zemědělce má technologie výroby bioplynu stále větší význam. Dle Schulze (2001) lze využitím bioplynu ve vlastním provozu nejen ušetřit na nákladech za zakupovanou energii, ale v mnoha případech může „zemědělská výroba proudu“ znamenat i další zdroj příjmu. Proto, jak uvádí Vejtasa (2007), je důležité zodpovědně zhodnotit vlastnosti bioplynu, protože některé vlastnosti mohou uvažovaný záměr prodražit či dokonce znemožnit. Ke zhodnocování vlastností je proto nutno přistupovat velmi odpovědně. Především je třeba prověřit:

**Obsah methanu** – běžně 50 až 65 %. Za minimální hranicí se obecně považuje koncentrace 50 %, i když některé motory umožňují i provoz při nižších koncentracích (až 35 %).

**Tlak bioplynu** - pro spalování bioplynu v kogeneračních jednotkách je obvyklá hodnota tlaku v rozsahu 1,5 až 10 kPa.



**Stálost kvality bioplynu** (= stabilita složení a tlaku) – ovlivňuje stabilitu chodu a emise škodlivin.

**Obsah škodlivých příměsí** (sloučeniny síry, fluoru, chloru...) - ty mohou způsobit korozi dílů sacího a výfukového traktu a vnitřních dílů motoru.

Brandejsová (2009) je toho názoru, že vysoký obsah methanu a tím i vysoká výhřevnost řadí bioplyn mezi ušlechtilé zdroje energie. Bioplyn se z methanizačních reaktorů odvádí do nízkotlakého plynojemu a odtud se potom rozvádí k dalšímu zpracování. Část vyrobeného bioplynu slouží k vyhřívání methanizačních nádrží a pro další tepelné hospodářství bioplynové stanice. Další podíl získané energie se využívá k vytápění budov, na výrobu teplé vody, sušení apod.

### **2.1.2 Výhřevnost bioplynu**

Výhřevnosti je vlastnost paliva, která udává kolik energie se uvolní úplným spálením jedné jednotky (obvykle 1 kg) materiálu. Jak uvádí Váňa (2007), výhřevnost bioplynu činí 20 – 26 MJ/m<sup>3</sup>. Jeden metr krychlový surového bioplynu má přibližně stejnou výhřevnost jako 0,55 kg lehkého topného oleje. Oproti tomu výhřevnost zemního plynu činí 33 MJ/m<sup>3</sup>.

### **2.1.3 Energetické využití bioplynu**

Bioplyn může být použit pro kogeneraci elektrické energie a tepla, nebo pro přímé spalování. Habart (2009) uvádí, že v některých zemích je bioplyn zaveden do rozvodné sítě zemního plynu nebo veden na čerpací stanice jako pohonná hmota motorových vozidel. Využití bioplynu je v ČR systematicky podporováno zejména na základě zákona č.165/2012 Sb. (zákon o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů), systémem stanovených výkupních cen nebo systémem tzv. zelených bonusů. Výtěžnost bioplynu nebo methanu je velmi důležitým údajem pro organické znečišťující látky v odpadních vodách a kalech, zejména pro návrh anaerobní technologie a dále pro odhad produkce bioplynu pro ekonomická a energetická hodnocení navržené technologie (Dohányos, 2003).

#### 2.1.4 Další využití bioplynu

Jako další alternativní využití biomethanu označuje CZ BIOM (2007) distribuci v podobě tlakových nádob pro lokální (domácí) použití nebo pro využití ve stávajících rozvodech zemního plynu. Ani tato možnost není vyloučena, nicméně se o ní začíná uvažovat v zemích, kde produkce bioplynu a jeho podnikatelské zázemí dosáhlo velmi vysoké úrovně (SRN, Rakousko). Bude tudíž vhodné tuto otázku řešit v okamžiku, kdy bude situace v produkci bioplynu v ČR dlouhodobě stabilizovaná. Jako příklad však lze použít využití skládkového nebo čistírenského plynu pro vytápění, případně pro kogenerační výrobu ve vzdálené kogenerační jednotce. Takové projekty v ČR najdeme, nikde se však dle dostupných informací bioplyn nečistí na čistotu zemního plynu.

Tab. 3 - Využitelnost energie bioplynu při výrobě elektrické energie a tepla pomocí kogenerační jednotky

Celková využitelnost	cca 80 - 82,3 %
Z toho elektrická energie	cca 33,6 - 34,6 %
Teplo	cca 46,4 - 47,7 %
Z 1 m <sup>3</sup>	1,7 kWh tepla

Zdroj: Kouřal, 2008

#### 2.1.5 Vznik bioplynu

Proces vzniku bioplynu lze nazývat i jako anaerobní digesce, biogastifikaci, vyhnívání, anaerobní stabilizaci kalů – obecně methanizaci (Brandejsová, 2009). Podle Habarta (2009) je anaerobní digesce mikrobiální přeměna organických látek bez přístupu vzduchu. V přírodě k ní dochází většinou pod vodní hladinou, na rýžových polích, v trávicím traktu živočichů, dále např. v tělesech skládky BRO. Tento proces může při zanedbání péče nastat i v přemokřených kompostech. Původcem tohoto procesu jsou methanogenní bakterie, které navazují na metabolické

dráhy jiných mikrobiálních společenstev. Kuča (2010) uvádí, že v bioplynových stanicích mohou přidané odpady tento proces poznamenat ve více směrech. Může dojít ke změnám množství a složení vznikajícího bioplynu, ale i k ovlivnění dynamiky procesu. Některé přísady se jen neochotně účastní procesu, případně jej zpomalují. Dostávají se tak vlastně ve větším či menším měřítku do digestátu, i když kofermentací prošly, mohou mít tudíž na celý transformační proces negativní vliv.

Habart (2009) je toho názoru, že za nekontrolovaných podmínek, tedy pokud se bioplyn uvolňuje do atmosféry, je tento proces nežádoucí, neboť methan je plyn zvyšující skleníkový efekt Země, což může vést ke změnám klimatu. Je-li tento proces technologicky zvládnut a methan využit např. ke kombinované výrobě elektrické energie a tepla, je tento proces pro ochranu klimatu přínosný, neboť se jedná o obnovitelný zdroj energie.

Anaerobní digesce může probíhat samovolně v přírodě nebo řízenou metodou v bioplynových stanicích. Jak uvádí Koubová (2009) a Kozumplíková (2010), celý proces probíhá ve čtyřech základních fázích:

## **1) Hydrolýza**

Hydrolytické organismy štěpí makromolekulární organické látky na menší molekuly schopné transportu do buňky, kde probíhají další fáze. U celé řady zejména zemědělských odpadů a průmyslových odpadů s vysokým zastoupením celulózy a ligninu může být hydrolýza limitující stupeň celého rozkladu. Hydrolytické a fermentační bakterie jsou řazeny mezi obligátně anaerobní organismy, jsou schopny růstu i při nízkých koncentracích kyslíku a patří mezi nejrychleji rostoucí a nejodolnější bakterie anaerobního společenstva.

## **2) Acidogeneze**

Produkty hydrolýzy jsou štěpeny na jednodušší látky – kyseliny, alkoholy. Acidogenní fáze nebývá limitujícím stupněm anaerobního rozkladu, ovšem stanovení acidogenní aktivity je významné pro zjištění vzájemných vazeb mezi acidogenními a acetogenními organismy.

### 3) Acetogeneze

Acetogeneze je fáze, kdy vzniká kyselina octová,  $\text{CO}_2$  a  $\text{H}_2$ . Klíčovou roli zde hraje přítomnost syntrofních organismů, které rozkládají víceuhlíkaté mastné kyseliny a alkoholy na kyselinu octovou a jako vedlejší produkt produkují vodík. Ten musí být spotřebován hydrogentrofními organismy, v opačném případě inhibuje činnost syntrofních organismů.

### 4) Methanogeneze

Při methanogenezi dochází ke vzniku methanu ze směsi  $\text{CO}_2$  a  $\text{H}_2$  nebo z kyseliny octové, vedlejším produktem je  $\text{CO}_2$ . V případě snadno hydrolyzovatelných substrátů je methanogeneze nejpomalejší tedy limitující fáze rozkladu. Methanogeny jsou pomalu rostoucí bakterie, velmi citlivé na různé inhibiční vlivy změny procesu. Proto je testování methanogenní aktivity nejčastěji prováděný test.

#### 2.1.6 Faktory ovlivňují methanizaci

##### 1) Vliv teploty

Teplota podstatně ovlivňuje anaerobní procesy, tj. se vzrůstající teplotou vzrůstá rychlost všech probíhajících procesů. Změnou teploty se mění zastoupení jednotlivých druhů mikroorganismů, což může vést až k havárii procesu. Ze zkušeností z čistíren odpadních vod víme, že optimální teplota pro tvorbu methanu je závislá na druhu mikroorganismů.

##### 2) Vliv pH

Optimální pH methanogenů leží v oblasti 6,5-7,5. Při pH pod hodnotu 6 a nad hodnotu 8 je jejich činnost výrazně inhibována.

### **3) Vliv koncentrace mastných kyselin**

Z těkavých mastných kyselin se při methanizaci objevují především kyselina octová, máselná, mléčná, valerová a kapronová. Jejich koncentrace je závislá na druhu substrátu a průběhu anaerobního procesu. Pro udržení stabilního procesu je třeba udržovat jejich koncentraci na co nejnižší hranici.

### **4) Vliv složení substrátu**

Pro správný průběh anaerobního rozkladu je nutný vyvážený poměr uhlíku i makro a mikronutrientů. Vedle dusíku a fosforu jsou nutné i sodík, draslík, vápník, železo, mangan, kobalt, molybden, selen a další. Pochopitelně kvalita vkládaného materiálu ovlivňuje podstatně celý proces a tvorbu methanu především.

### **5) Přítomnost toxických látek**

Tyto látky působí negativně na biologický proces, potlačují aktivitu mikroorganismů. Samozřejmě hlavním ukazatelem toxicity je koncentrace uvedených látek. Velmi nepříznivě působí např. vyšší koncentrace těžkých kovů (Benešová, 2005).

## 2.2 Historie bioplynových stanic

Dohányos (2003) uvádí, že základ bioplynových technologií jednoznačně vzešel z procesů splaškových odpadních vod. Teprve technické úspěchy bioplynu v tomto oboru motivovaly snahy o rozšíření aplikace i na jiné organické substráty než na kaly z odpadních vod. Tak byly aplikovány procesy anaerobní digesce na nejrůznějších potravinářských i zemědělských odpadech. Souběžně s vývojem reaktorových technologií pro anaerobní fermentaci organických odpadů byla v 60. - 70. letech rozpoznána i nebezpečí plynoucí ze samovolné tvorby bioplynu na skládkách komunálních odpadů. Methan se samozřejmě tvořil i ve skládkách mnohem starších, avšak teprve rozvoj konzumní společnosti přinesl ohromný nárůst produkce odpadů a s ním spojený stále se zvětšující objem skládek se stoupajícím podílem biologicky rozložitelných odpadů. Impulsem, rychle posunující vývoj těžby a zpracování skládkových plynů se pak stala řada neštěstí způsobených plynem, migrujícím do okolních terénů z neřízených skládek odpadů. Mnozíci se případy zranění či usmrcení osob, ať již toto bylo způsobeno udušením, požárem anebo explozí plynu, způsobily rychlý postup technických i legislativních opatření. Od 70. let se již technologie reaktorové anaerobní digesce neomezuje pouze na odpady, nýbrž je úspěšně ověřeno i biologické zplynění záměrně pěstované (tzv. energetické) biomasy, ať se jedná o zelenou dužnatou biomasu (krmná kapusta, vodní hyacint apod.) anebo o dřevní prutovou anebo štěpkovou biomasu (většinou rychle rostoucí listnaté dřeviny). Podle Koláře (2010) byl provoz bioplynových stanic u nás i ve světě orientován jedině na zpracování zachyceného kalu v městských čistírnách odpadních vod ze stokové sítě. Surový kal totiž značně zapáchal, byl lepivý a obtížně sušitelný, vyhnitím tyto nepříjemné vlastnosti ztrácel. Bioplyn, zvaný tehdy „kalový plyn“, vznikající při procesu anaerobní digesce byl už v první polovině minulého století běžně využíván k spalování a k pohonu plynových motorů. Za 2. světové války jezdily na bioplyn známé londýnské městské autobusy a čeští technici byli už tehdy na špičce vývoje: pražská bubenečská čistírna měla veškerý pohon čerpadel na bioplyn a toto zařízení se likvidovalo s velkou slávou až po roce 1945 – elektrický pohon byl přece jen pohodlnější, reguloval a spouštěl se lépe – zvýšil ale náklady.

### **2.2.1 BPS v ČR**

Jako první bioplynovou stanici u nás, která byla postavena již v roce 1974, uvádí Dománská (2007), BPS v Třeboni. Poté jich vzniklo ještě několik, ovšem po roce 1989 byla jejich stavba z určitých důvodů (např. privatizačních, rychle se měnící legislativě, téměř nulové podpoře obnovitelných zdrojů energie apod.) pozastavena. V roce 1994 byla uvedena do provozu např. biostanice ve firmě Rabbit, Trhový Štěpánov či v roce 2004 ve firmě Bocus Letohrad.

Podle údajů Ministerstva průmyslu a obchodu činila v roce 2006 celková hrubá výroba elektřiny z obnovitelných zdrojů energie v ČR 3,52 TWh, což představuje 4,91% z celkové hrubé domácí spotřeby elektřiny. Podle Kajana (2007) z celkového množství elektrické energie vyrobené z OZE (=obnovitelný zdroj energie) nejvyšší podíl tvoří elektrická energie vyrobená ve vodních elektrárnách (72,5 %). Elektrická energie vyrobená spalováním biomasy představuje 20,8 %.

Česká republika zažívá v posledních letech největší rozmach BPS. Janouchová (2012) uvádí, že v polovině roku 2012 (stav k 30. 6.) bylo v ČR 342 bioplynových elektráren s instalovaným výkonem 344 MW. Podíl bioplynu na OZE za rok 2011 dosahoval 11,1 % což je o 0,9 % více než v roce 2010. Celková výroba elektřiny z bioplynu v roce 2011 dosáhla 868 GWh.

### **2.2.2 BPS v Německu**

Dle Dohányose (2003) teprve v roce 1907 patentoval v Německu Imhoff nádrž se dvěma oddělenými sedimentačními prostory. Společnost u níž Imhoff působil se jmenovala Emschergenossenschaft a proto je též tento první anaerobní reaktor znám jako „emšerská studně“. Tato „štěrbínová nádrž“ odděluje aerobní a anaerobní procesy a umožňuje tak odebrat i vzniklý bioplyn. Imhoffovy štěrbínové nádrže se velmi osvědčily pro čištění splaškových vod a rychle se počaly šířit jejich aplikace.

Podle odhadů německé vlády by mohl bioplyn krýt asi 5,5 % německé potřeby zemního plynu, respektive dodávat až 17 miliard kWh elektrické energie ročně. Tak by se elektřinou mohlo zásobovat až 4,4 milionů domácností a teplem až 1,1 milionů domácností. Z bioplynu vyrobené elektrické energie by bylo třikrát více, než

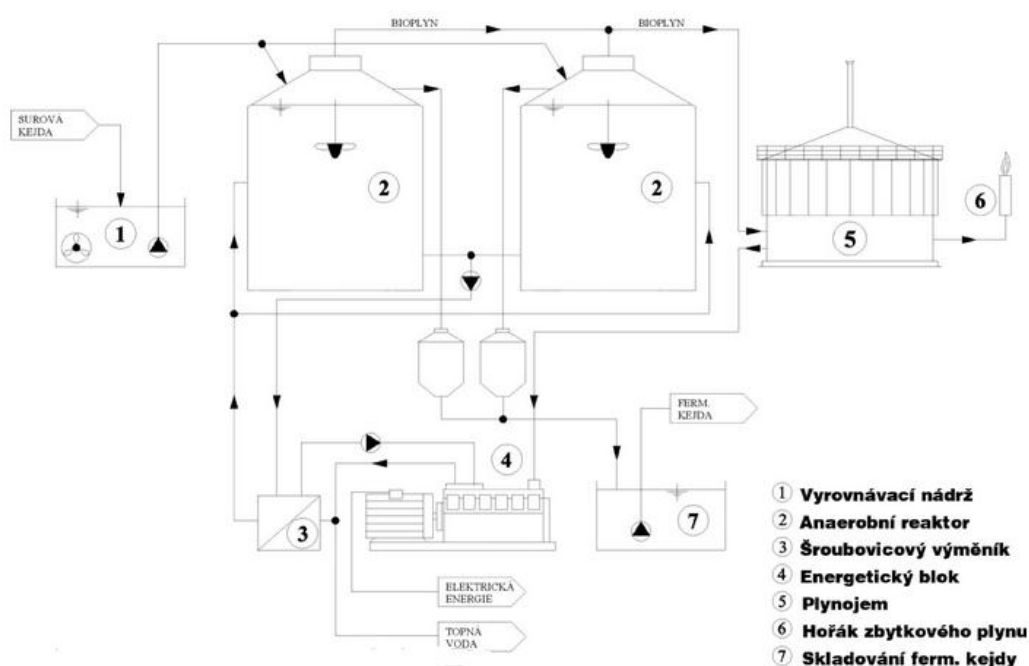
německé zemědělství pro svou činnost potřebuje. Představuje to energetický výkon cca 2000 MW, což je pro srovnání výkon jaderné elektrárny Temelín. Při spolufermentaci travin získaných z nezbytné péče o krajinu, účelově pěstovaných energetických rostlin na plochách ponechávaných v klidu (vyčleněných z výroby potravin) a zbytků z výroby potravinářského průmyslu a stravování se pro zemědělce otevírá možnost získávat v bioplynových stanicích až trojnásobné množství energie než jaké se získává při prostém zpracování chlévské mrvy a kejdy na bioplyn. To dokazují BPS firmy LIPP (Köttner, 2003).



## 2.3 Bioplynové stanice

Brandejsová (2009) označuje bioplynové stanice jako zařízení, kde se spalováním obnovitelného zdroje energie – bioplynu – vyrábí teplo, popř. v kogenerační jednotce teplo a elektřina. Tyto energie byly dříve spotřebovávány především v místě výroby, dnes se však stále častěji dodává elektrická energie do sítě a odtud pak konečným zákazníkům.

Obr. 1 - Schéma bioplynové stanice



Zdroj: Via Rustica, 2011

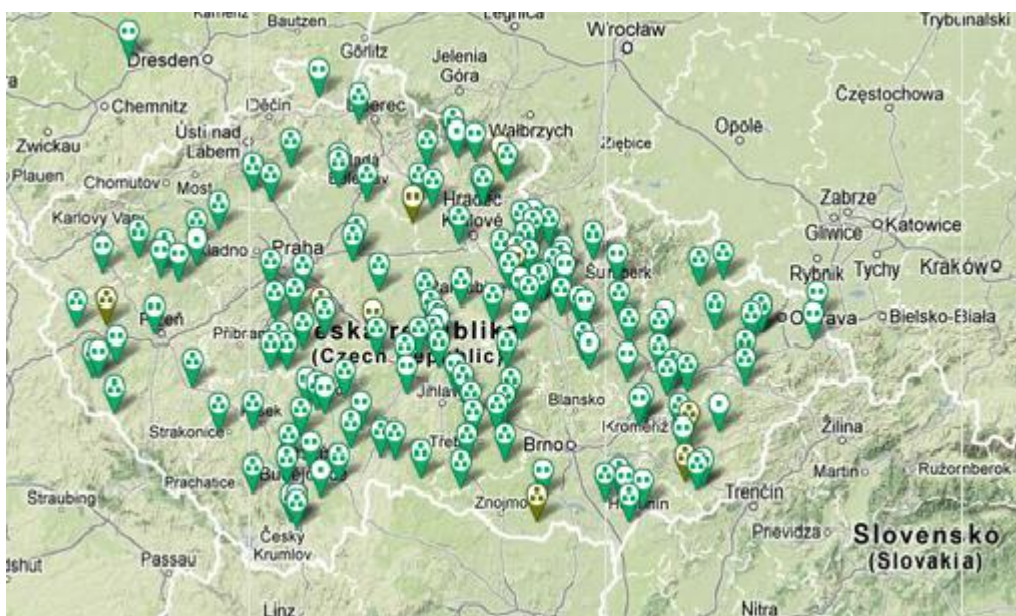
Podle Janouchové (2012) jsou bioplynové stanice v evropských zemích již velmi rozšířené. Největší zkušenosti s technologií výroby bioplynu má sousední Německo a v dnešní době při jeho odklonu od jaderné energie zažívá výstavba BPS velký boom. Jejich předností je, že zpracovávají nejen cíleně pěstovanou biomasu, ale i biologicky rozložitelné odpady ze zemědělství, průmyslu i domácností, které by jinak skončily nevyužité na skládkách. Zároveň dochází k ničení choroboplodných zárodků a patogenů obsažených v odpadu.

Pokud se nezapočítá výroba bioplynu z čistírenských kalů v rámci plynových hospodářství městských ČOV, je počet bioplynových stanic v ČR poměrně malý.

Větší uplatnění výroby bioplynu v ČR zajistí pouze odstranění dnes existujících zábrán a využití nabízejících se možností:

- výroba bioplynu a následně pak elektrické energie a tepla je z hlediska vstupních investic velmi nákladnou záležitostí,
- ekonomika této výroby je zajišťována v podstatě pouze dotacemi v rámci podpory obnovitelných zdrojů elektrické energie, především ze SFŽP,
- jisté vylepšení ekonomiky skýtá nově se nabízející možnost nezávadné likvidace určité části kafilerních a jatečních odpadů v rámci výroby bioplynu (Koudřa, 2008).

Obr. 2 - Mapa komunálních a zemědělských BPS



Zdroj: CZ BIOM, 2009

### 2.3.1 Obecné parametry BPS

Hmotnost jedné vsádky – cca 70 t (záleží na velikosti BPS)

Doba zdržení směsi v reaktoru – min. 25 - 30 dní

Vhodná teplota pro: mezofilní aerobní proces - min. 35 °C, optimálně 40°C  
termofilní aerobní proces - do 55 °C

Doporučené pH směsi - 6,5 až 7,5

Maximální sušina směsi-obvykle do 12 %, max. do 15 % (Koudřa, 2008)

### **2.3.2 Rozdělení BPS**

Rozdělení bioplynových stanic je podle zpracovávaného substrátu (suroviny/odpadů), Brandejsová (2009) dělí BPS na:

#### **1) Zemědělské BPS**

Zpracovávají materiály rostlinného charakteru a statkových hnojiv, resp. podestýlky. Zde není možné zpracovávat odpady dle zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech, ani jiné materiály, které spadají pod Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1774/2002 o vedlejších živočišných produktech. Na těchto BPS je možno zpracovávat zejména živočišné suroviny, rostlinné suroviny a cíleně pěstovanou biomasu. Na rozdíl od ostatních BPS mají výrazně nižší emise pachových látek při zpracování surovin i ve výsledném fermentačním zbytku. Doba fermentace musí být navržena individuálně, projektantem odůvodněna, zejména s ohledem na to, jaký substrát bude zpracováván. Provozovatel musí zajistit dostatečnou velikost zásobníků na fermentační zbytek, pokud ho používá pro vlastní potřebu. Tyto nádrže není nutné překrývat.

#### **2) Čistírenské BPS**

Tyto BPS zpracovávají pouze kaly u čistíren odpadních vod a jsou nezbytnou součástí čistíren. Technologie anaerobní digesce slouží k anaerobní stabilizaci kalu vznikajícího na čistírnách odpadních vod. Tyto technologie nejsou určeny ke zpracovávání bioodpadu a k nakládání s odpady. Slouží jen jako součást kalového hospodářství ČOV jako celku. Do bioplynové stanice tohoto typu vstupují pouze kaly z ČOV, žump a septiků a odpadní voda. V případě, že jsou přidávány jiné odpady podle zákona o odpadech, jedná se o ostatní bioplynové stanice.

#### **3) Ostatní BPS**

Pokud tyto BPS zpracovávají vedlejší živočišné produkty, spadají pod Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1774/2002 a musí plnit podmínky v něm stanovené, jako je např. hygienizace suroviny/odpadů (pasterizace, vysokoteplotní hygienizace).

### 2.3.3 Podpora využití bioplynu

Využití bioplynu je v ČR systematicky podporováno systémem stanovených výkupních cen nebo systémem tzv. zelených bonusů. Habart (2009) poukazuje na dvě možnosti podpory. Provozovatel bioplynové stanice si musí na každý kalendářní rok předem vybrat jednu z těchto dvou možností:

#### „Garantovaná“ výkupní cena

Elektrina vyrobená z obnovitelných zdrojů energie (OZE), musí být distributorem nebo správcem distribuční soustavy vykoupena za stanovenou cenu. Ceny jsou stanovovány jednou ročně cenovým rozhodnutím Energetického regulačního úřadu (ERÚ) a jsou pro zařízení uvedené do provozu v daném roce garantovány po dobu 15 let, cena je samozřejmě každoročně valorizována. Meziročně může výkupní cena klesnout max. o 5 % (pro provozu uvedené do provozu následující rok). Garantovaná cena je důležitá pro dlouhodobou jistotu při posouzení ekonomiky připravovaných projektů, sjednání úvěrů apod. Výkupní ceny a zelené bonusy dle cenového rozhodnutí ERÚ pro rok 2013 jsou uvedeny v **Tab. 5**.

Tab. 5 - Výkupní ceny a roční zelené bonusy na elektrinu ze spalování bioplynu, skládkového plynu, kalového plynu a důlního plynu z uzavřených dolů:

r./sl.	Druh podporovaného zdroje (výroby)	Datum uvedení výroby do provozu		Instalovaný výkon výroby [kW]		Kategorie biomasy a proces využití	Jednotariční pásmo provozování	
		od (včetně)	do (včetně)	od	do (včetně)		Výkupní ceny [Kč/MWh]	Zelené bonusy [Kč/MWh]
	a	b	c	d	e	f	g	h
300	Spalování důlního plynu z uzavřených dolů	-	31.12.2012	-	-	-	2 632	1 632
301		-	31.12.2003	-	-	-	3 081	2 081
302	Spalování skládkového plynu a kalového plynu z ČOV	1.1.2004	31.12.2005	-	-	-	2 969	1 969
303		1.1.2006	31.12.2012	-	-	-	2 632	1 632
304		1.1.2013	31.12.2013	-	-	-	1 900	900
320	Spalování bioplynu v bioplynových stanicích pro zdroje nesplňující podmínku výroby a efektivního využití vyrobené tepelné energie podle bodu 1.8.3.	1.1.2012	31.12.2012	-	-	AF1	3 550	2 490
321	Spalování bioplynu v bioplynových stanicích pro zdroje splňující podmínku výroby a efektivního využití vyrobené tepelné energie podle bodu 1.8.3.	1.1.2012	31.12.2012	-	-	AF1	4 120	3 060
322	Spalování bioplynu v bioplynových stanicích	-	31.12.2011	-	-	AF1	4 120	3 060
323		-	31.12.2012	-	-	AF2	3 550	2 550
324		1.1.2013	31.12.2013	0	550	AF	3 550	2 490
325		1.1.2013	31.12.2013	550	-	AF	3 040	1 980

Zdroj: Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 4/2012 ze dne 26. listopadu 2012, kterým se stanovuje podpora pro podporované zdroje energie

V bodě 1.8.3. cenového rozhodnutí je uvedeno, že u bioplynových stanic využívajících biomasu kategorie 1 a proces využití AF uvedených do provozu od 1. ledna 2012 do 31. prosince 2012 je podmínkou pro poskytnutí podpory uplatnění užitečného tepla z obnovitelných zdrojů minimálně v úrovni 10 % vůči vyrobené elektřině z obnovitelných zdrojů v daném kalendářním roce.

Z tabulky je zřejmé že i ERÚ podporuje co nejvyšší využití bioplynu tím, že poskytuje vyšší zelené bonusy výrobcům využívajícím kromě elektrické energie i současně vyrobenou tepelnou energii.

### **Zelený bonus**

Pokud prodejce energie z OZE zvolí tuto variantu, může obchodovat s energií na volném trhu. Distributor je povinen mu uhradit zelený bonus. Na zelený bonus má výrobce elektřiny právo, i když využije elektřinu uvnitř podniku. Výše výkupní ceny i zelených bonusů závisí na tom, jaké suroviny BPS zpracovává. Dále je výstavba BPS podporována formou investičních dotací, např. z operačních programů resortů ministerstev životního prostředí, zemědělství a průmyslu.

### **2.3.4 Typy procesu anaerobní digesce**

#### **Anaerobní proces - mokrá proces**

Benešová (2005) popisuje tento typ jako proces, který je využíván především v těch případech, kdy se zpracovává různý organický materiál spolu s kalem z ČOV. Vstupní materiál je homogenizován a mísen s vodou, jsou odstraněny hrubé sedimenty a směs je dávkována do hydrolyzní nádrže. Vzniklá břečka se přečerpá do bioreaktorů, kde probíhá anaerobní rozklad organických látek. Produkovaný bioplyn se vede do plynojemu a pak k dalšímu zpracování. Digestát je v tomto případě třeba odvodnit. Odpadní voda je recyklována a využívána pro přípravu vstupní suroviny. Podle Váni (1998) bývá záběh této bioplynové stanice problémový, než dojde k vytvoření optimálního poměru mezi počtem hydrolytických, acidogenních a metanogenních bakterií.

### **Anaerobní proces – suchý proces**

Podle Benešové (2005) se organický materiál drtí na určitou velikost částic. Ta je dána druhem použité technologie a pohybuje se běžně v rozmezí 8 - 50 mm. Vsázka do reaktoru je často předešívána a celý anaerobní rozklad probíhá uvnitř reaktoru. Produkovaný bioplyn se odvádí do plynojemu a dále zpracovává stejným způsobem jako u předešlého procesu. Fermentovaný materiál je částečně vrácen a zpracováván se vstupní surovinou a většina stabilního digestátu se používá buď jako součást kompostu nebo jako stabilní materiál pro rekultivace, překryv skládek. V suchých fermentačních technologiích, jak uvádí Váňa (1998), se používají procesy mezofilní v rozpětí teplot 35 - 40 °C nebo termofilní v rozpětí teplot 55 - 60 °C. Výhodou termofilního procesu je především hygienizace.

## 2.4 Substráty a produkty BPS

Pod pojmem substrát rozumíme vstupní surovinu pro anaerobní digesce. Historicky je anaerobní digesce spojována převážně se zpracováním zvířecích exkrementů a kalů z čistíren odpadních vod, které jsou pro svůj přirozený obsah anaerobních bakterií vhodným startovacím médiem pro anaerobní digesce. S poptávkou po nových formách obnovitelné energie a povinností omezení ukládání biologicky rozložitelného odpadu z komunálního odpadu ze skládky dle směrnice č. 1999/31/ES, ve znění pozdějších předpisů, se rozšířilo pole působnosti anaerobní digesce a další vstupní suroviny (Janouchová, 2012). Kozumplíková (2010) uvádí, že v bioplynové stanici lze zpracovávat kejdu, hnůj i jiné odpady z živočišné výroby, fytomasu, odpady z rostlinné výroby, ze stravování, biologicky rozložitelný komunální odpad a čistírenské kaly. Zvláště vhodné jsou materiály s vyšší vlhkostí. Často se uplatňuje kofermentace, tzn. zpracovávání různých materiálů v jednom zařízení. Vhodnou kombinací substrátů lze docílit složení, které bude mít příznivý vliv na průběh procesu a tím i na výsledné množství a kvalitu bioplynu.

Obecně lze říci, že jako vstupní surovinu do bioplynové stanice lze použít jakoukoli fytomasu. Musí být však zajištěna vhodná mechanická úprava, optimalizace chemických jakostních znaků a volba technologie anaerobní digesce. Bioplyn, jak se zmiňuje Váňa (1998), je možné získat z řas, chaluh, vodního hyacintu, zemědělských plodin, dřevin a z veškerého fytoodpadu. V současné době se nejběžněji pěstuje energetická kukuřice, protože tato plodina dosahuje vysokých hektarových výnosů siláže a následně metanu. Vyniká dobře zavedenými způsoby pěstování a sklizně, a navíc lze její produkci snadno začlenit do stávajících provozních systémů. Většina výroben bioplynu zpracovává pouze obnovitelné primární produkty. Protože už není nadále nutné přidávat kejdu za účelem zvýšení jakosti fermentace, existuje rostoucí tendence stavět nové výroby v čistě zemědělských oblastech (Agrofinal, 11).

## **Substráty vhodné pro anaerobní digesti**

V bioplynových stanicích se jako substráty využívají hospodářské exkrementy (např. kejda, hnůj), energetické plodiny (např. kukuřice a další obiloviny, řepa, senáž), zbytky po sklizni zemědělských plodin (např. listy cukrové řepy), bioodpady z údržby veřejné zeleně (tráva, listí), bioodpady z domácností a zahrad, prošlé potraviny a bioodpady ze supermarketů, zbytky z jídelen, restaurací a hotelů, bioodpady z podnikatelských provozů (pekárny, pivovary, lihovary), nebo organické odpady (např. čistírenské kaly) (Janouchová, 2012). Dle Součkové (2005) je druh energetické plodiny určován mnoha faktory - druhem půd, způsobem využití a účelem, možností sklizně a dopravy, druhovou skladbou v okolí.

### **2.4.1 Energetické plodiny**

Janouchová (2012) definuje energetické plodiny jako plodiny pěstované na zemědělských půdách používané jako vstupní suroviny při výrobě bioplynu. Typickými plodinami jsou kukuřice nebo čirok. Nejčastěji používaná surovina je v decentralizovaných zemědělských bioplynových stanicích je směs kukuřice a kejdy. Siláž lze skladovat delší časové období a následně využít k produkci bioplynu, pokud je energie zapotřebí energetické plodiny maximalizují výnos a nabízejí vysokou účinnost konverze.

Do roku 2010 bylo možné využít tzv. „Uhlíkového kreditu“ nebo též „C – Kreditu“. Jednalo se o odporu ve výši 45 €/ha na rok. Tato částka byla vyplácena majitelům ploch osetých energetickými plodinami do maximální garantované plochy 2 000 000 ha v rámci celé EU. Tato podpora byla poskytována v souladu s nařízením vlády č. 80/2007 Sb., o stanovení některých podmínek poskytování platby pro pěstování energetických plodin, ve znění pozdějších předpisů.

### **Kukuřice**

Kukuřice je nejrozšířenější plodinou pěstovanou pro výrobu bioplynu a zároveň nedílnou součástí osevních postupů. Mezi klady této plodiny patří vysoký nárůst biomasy a poměrně nenáročné pěstitelské postupy. Kukuřici lze využít také jako krmivo, ať se jedná o siláž či produkci zrna. Při zvážení celkového vývoje odvětví výroby bioplynu se objevuje otázka týkající se možností dalšího navyšování



výnosu hmoty, respektive výnosu metanu. Firma Agrofina (2011) uvádí, že v současnosti je k dispozici řada hybridů kukuřice, které jsou vhodné pro výrobu bioplynu. K nejdůležitějším kritériím dobrého hybridu energetické kukuřice patří vysoký výnos sušiny a spolehlivé dozrání.

### **Brambory**

Ze škrobářské technologie vycházejí čtyři druhy odpadů: hlízová šťáva, hlízová voda bílá (ze separace škrobových zrn), zdrtky, což jsou vyluhované zbytky třenky a praci vody. Rozpustné součásti bramborové hlízy tvoří spolu s vodou šťávu, které se říká hlízová šťáva (někdy se používá termínů bramborová šťáva, nebo hlízová voda hnědá). Vyluhovací technologická voda ze separátorů škrobových zrn se nazývá hlízová voda bílá. Produkované hlízové šťávy jsou bohaté na minerální látky a jejich složení je vhodné pro hnojení některých zemědělských plodin. Vzhledem k využití zdrtek jsou reálnými odpadními produkty pro výrobu bioplynu v provozu výroby bramborového škrobu hlízová šťáva a hlízová voda bílá (odpadní voda ze separátorů škrobu). Z hlediska chemického složení a mechanických vlastností hlízová šťáva nepředstavuje pro případné využití v bioplynové stanici žádný problém. Je dobře čerpatelná a není chemicky zvlášť aktivní. Stejně bezproblémově se jeví i hlízová voda bílá. Kalové vody jsou problematické z hlediska značného podílu částic jílu a písku. Proto se musí před případným využitím v bioplynové stanici této frakce zbavit, funkční technologie je v podniku k dispozici. Provádí se zde mechanické předčištění v cyklonovém odlučovači, předtím, než jdou kalové vody na městskou čistírnu odpadních vod (Pastorek, 2003).

### **Trávy**

Anaerobní fermentace travní biomasy na bioplyn má oproti přímému spalování několik zásadních výhod. Je možné použít čerstvou případně zakonzervovanou biomasu. Vznikající bioplyn je možno využít k výrobě tepla a elektrické energie, případně po úpravě dodávat do sítě zemního plynu. Digestát obsahuje prakticky nezměněné množství minerálních látek obsažených v původní biomase a umožňuje recyklaci živin spojenou se zvyšováním produkce biomasy a následné snížení měrných provozních nákladů na produkci a sklizeň travní biomasy. Použití travní

biomasy má určitá specifika vycházející z jejího chemického složení. Ve srovnání s kukuřicí a triticale je u trav a lučního porostu dosažena nižší produkce metanu. To však neznamená, že trávy a luční porosty nejsou vhodným substrátem do bioplynových stanic. Je na vlastníkově bioplynové stanice zemědělského typu jaký substrát zvolí. Je však důležité zajistit kvalitní substrát pro celoroční provoz bioplynové stanice (Strašil, 2011). Podle Leštiny (2009) zužitkování travní biomasy pro bioplynové stanice nutně předpokládá u pěstitelů zvýšení vstupů, především hnojení a ochranu před plevele. Vhodným hnojením, včasným sekáním porostů a povrchovým ošetřováním drnového pokryvu významně snížíme vyplavování živin.

#### **2.4.2 Předúprava substrátu**

Pro všechny způsoby využívání energetických plodin je nutné transformovat suroviny do formy vhodné pro jejich zpracování. Některé vlastnosti surovin lze upravit jen obtížně nebo vůbec (chemické složení, složení tkání). Jiné vlastnosti můžeme měnit tak, aby vyhovovaly pro následné zpracování. Důležitá vlastnost je velikost částic. Velikosti částic surovin jsou zpravidla velké a je nutné upravit je na velikost vhodnou pro následné zpracování. Souček (2005) uvádí několik zásad, které je nutné dodržet při energetickém využívání surovin:

- Velikost a tvar částic musí umožnit následnou manipulaci, přepravu
- Možnost vzájemného smíchání s jinými surovinami
- Možnost homogenizace

Hlavní důraz je kladen především na efektivitu a nenákladovost metody, především tedy v minimálních energetických požadavcích na rozmělnění substrátu a současně zabránění znečištění substrátu.

## **2.4.3 Metody předúpravy surovin**

### **1) Mechanické metody**

Mechanické metody jsou založeny na dezintegraci tuhých složek substrátu např. drcení a mletí. Tyto metody se nejčastěji využívají jako předstupeň před dalším zpracováním.

### **2) Chemické metody**

Chemické metody jsou založeny na dezintegraci složitých organických látek – hydrolýze působením alkalií, organických i anorganických kyselin. Tyto metody jsou v porovnání s ostatními neúčinnější. Mezi chemické metody patří např. kyselá hydrolýza, alkalická hydrolýza, solvolýza a ozonolýza.

### **3) Fyzikální metody**

Fyzikální metody spočívají v destrukci složitých organických látek. Jedná se o metody založené na temperaci substrátu. Mezi fyzikální metody patří např. termická hydrolýza, ionizující záření, působení ultrazvuku, pasterizace (Janouchová, 2012).

### **4) Biotechnologické metody**

Tyto metody jsou speciálním případem předúpravy substrátu, při kterém se využívají komerčně vyrobené enzymy, např. celulózy, mikroorganismy s vysokou celulóзовou aktivitou - bacherové kultury nebo anaerobní houby.

Pro využití energetických rostlin ve spalovacích zařízeních je nutné, aby spalovací proces probíhal za optimálních podmínek. Bez těchto předpokladů není spalování energetických plodin přínosem. Proto je vždy potřebné spalovat v daném zařízení palivo, které je určeno druhem i strukturou, jakostí atd. Těmto aspektům je nutné věnovat trvalou pozornost (Součková, 2005).

## 2.5 Digestát

Klír (2011) označuje digestát obecně je organické hnojivo, které vzniklo při výrobě bioplynu. Digestátem se tedy jako typovým organickým hnojivem rozumí digestát výhradně vyrobený ze statkových hnojiv a objemných krmiv anaerobní fermentací - číslo typu 18. 1. e. Jedná se o hnojivo s rychle uvolnitelným dusíkem (C:N pod 10). Ostatní digestáty, které jsou určeny pro zemědělskou půdu, jsou považovány za netypová organická hnojiva. Vyhláška č. 209/2005 Sb. zrušila zvláštní ustanovení, že digestát tohoto typu je možné aplikovat na půdu maximální dávkou 30 t/ha nejvýše jednou za 3 roky.

### 2.5.1 Rozdělení digestátů

Na rozdělení digestátů je možné nahlížet z různých úhlů pohledu. Rozdělit ho můžeme např. dle vstupních surovin, způsobu použití a obsahu sušiny. Na digestát jsou dle zákona kladeny zejména hygienické požadavky. Jedná se o splnění procesních hygienizačních parametrů, splnění limitních hodnot rizikových prvků a indikátorových organismů, jak uvádí Večeřová (2008), která rozdělila digestáty dle vstupních surovin.

### **Digestáty z BPS, kde jsou vstupními surovinami statková hnojiva či rostlinné materiály**

Digestáty tohoto typu vznikají v bioplynových stanicích, které zpracovávají statková hnojiva nebo materiály rostlinného charakteru. Pro vznik těchto digestátů nelze použít jako substrát odpady podle zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech, ani vedlejší živočišné produkty, které spadají pod Nařízení ES č. 1774/2002. Vedlejšími produkty se zde rozumí celá mrtvá těla zvířat, jejich části či produkty živočišného původu, které nejsou určeny pro lidskou spotřebu včetně vajíček, spermatu a embryí. V případě, že je digestát použit na pozemcích provozovatele, nemusí být registrován jako organické hnojivo. Pokud je však šířen do oběhu prodejem či jiným způsobem musí být zaregistrován dle §4 zákona č.156/1998 Sb., o hnojivech. K postupu registrace digestátu jako hnojiva se vyjádřím níže. Registrace je také povinná, pokud je bioplynová stanice Sdružením zemědělských subjektů dodávajících siláž a odebírajících digestát.

### **Digestáty z BPS, kde jednou ze vstupních surovin jsou odpady**

Pro vznik digestátu tohoto typu je možné použít bioodpady, statková hnojiva a materiály rostlinného charakteru. Seznam bioodpadů uvádí vyhláška č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady. Tyto BPS lze provozovat pouze na základě rozhodnutí orgánů kraje. Tento orgán udělí souhlas k provozu BPS a schválí její provozní řád. Váňa (2007) uvádí, že u těchto odpadů jsou legislativní požadavky odlišné. Digestát vyrobený podle požadavků dosud nevydané vyhlášky se nazývá rekultivační digestát.

### **Digestáty z BPS, kde jednou ze vstupních surovin jsou VŽP**

Pokud tento digestát vzniká v bioplynové stanici, která zpracovává vedlejší živočišné produkty, spadají tyto bioplynové stanice pod působnost Nařízení ES č. 1774/2002 a musí plnit podmínky tohoto ustanovení jako je např. hygienizace/pasterizace suroviny/odpadů. S digestáty z této BPS musí být manipulováno tak, aby nedošlo k rekontaminaci (Večeřová, 2008). Provozovatel těchto zařízení musí přijmout systematické opatření proti ptákům, hlodavcům a hmyzu doložený programem hubení škůdců. Organizační systém těchto zařízení musí být zajištěn tak, aby se zamezilo dekontaminaci zpracovaných odpadů.

#### **2.5.2 Nakládání s digestátem**

Výsledkem fermentačního procesu je stabilizovaný digestát, který může mít široké uplatnění. Způsob nakládání s digestátem závisí na konkrétních podmínkách a hlavně na jeho kvalitě. Způsob nakládání s digestátem je nutné důkladně promyslet ještě před uvedením bioplynové stanice do provozu. BIOM CZ (2012) uvádí, že digestát lze aplikovat jakožto kvalitní organické hnojivo na zemědělskou půdu, nebo je možné po jeho odvodnění zpracovávat tuhou část digestátu v kompostárnách za účelem výroby kompostu. Dalším možným způsobem je použití digestátu jakožto rekultivačního materiálu např. na skládkách odpadů. Pokud je odběr a využití digestátu částečně nebo zcela závislý na jiných subjektech (odběratelích), provozovatel zařízení by měl tuto věc ošetřit smluvním vztahem. Mimo vegetační období platí omezení pro aplikace digestátu na půdu, proto je nutné vyřešit jeho

skladování. Podle zákona č. 156/1998 Sb., „o hnojivech“, je nutno hnojiva před jejich uvedením do oběhu zaregistrovat u Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského. V souvislosti s tím je zapotřebí zaplatit správní poplatek pro registraci, zajistit ověření chemicko - fyzikálních vlastností a společně s vyplněnou žádostí předložit i vzorek hnojiva. Hnojivo musí splnit limitní hodnoty obsahu rizikových prvků viz

**Tab. 4 - Limitní hodnoty rizikových prvků.**

Tab. 4 - Limitní hodnoty rizikových prvků

<b>Rizikové prvky <sup>1</sup></b>	<b>Hodnota</b>
Rtuť	max. 1
Kadmium	max. 2
Olovo	max. 100
Chrom	max. 100
Měď	max. 100
Zinek	max. 300
Nikl	max. 50
Molybden	max. 5
Arsen	max. 10

<sup>1</sup> v mg prvku/kg vysušeného vzorku

Zdroj: CZ BIOM, 2012

### **2.5.3 Perspektiva využití digestátu jako paliva**

Oproti tomu Kára (2009) přichází s jiným způsobem využití digestátu. Jedná se o separaci a usušení tuhého podílu s následným využitím pro výrobu tuhých alternativních paliv. Separát se může pro výrobu tuhých paliv vhodně kombinovat s dalšími druhy biomasy. Může to být dřevní odpad z lesní těžby, nebo dřevní hmota z plantáží rychle rostoucích dřevin, odpady z dřevařských a nábytkářských provozů, seno, sláma, či jiné záměrně pěstované energetické plodiny. Pro jednotlivá paliva je vhodné hledat optimální složení z hlediska výhřevnosti, mechanicko - fyzikálních vlastností a přepravní odolnosti (otěr, odrol). Z ekonomických důvodů může být účelné tato paliva vyrábět ze separátu z bioplynových stanic, nebo z dlouhodobě skladované kejdy velkochovů hospodářských zvířat. Bilančně se jeví výhodné tato biopaliva vyrábět u bioplynových stanic s elektrickým výkonem 500 až 1000 kW<sub>el</sub>, kde je k dispozici téměř stejně velký využitelný tepelný výkon. K tomuto

názoru se vyjadřuje Koutný (2010), který namítá, že digestát (kal s 25 % sušiny) ani separát samotný či v příměsi s biomasou není zrovna ideální palivo a rozhodně není šetrné k životnímu prostředí. Tento způsob využití digestátu má však velikou perspektivu a myslím, že můžeme mluvit o blízké budoucnosti a to už z toho důvodu, že pokud digestát nesplňuje limitní hodnoty, nemůže být používán jako hnojivo a musí být likvidován. Využití jako paliva, by jistě napomohlo řešení této situace.

#### **2.5.4 Využití digestátu jako hnojiva**

Nejprve bychom si měli položit otázku, jedná se o organické či minerální hnojivo? Není tak jednoduché toto hnojivo přímo zařadit. Kolář (2010) přichází s tvrzením, že má-li být organická hmota označena jako organické hnojivo, měla by splňovat základní podmínku: Musí být snadno mikrobiálně rozložitelná, aby byla schopna uvolnit pro půdní mikroorganismy potřebnou energii. Část této energie z exothermního procesu mineralizace pak může být převedena do endothermního procesu humifikace. Humusové látky svojí sorpční a hlavně iontovýměnnou kapacitou rozhodujícím způsobem ovlivňují nejen eluci živin z půdy, ale i samočistící funkci půdy při kontaminaci xenobiotickými polutanty, tvorbu organo-minerálních komplexů půdních agregátů a mnoho dalších faktorů, které jsou významné pro potenciální půdní úrodnost. Produktivita humifikace závisí na poměru volné energie, vznikající v aerobních procesech transformace půdní organické hmoty, k produkci nízkomolekulárních organických sloučenin, které jsou prekursory humusu a vznikají hlavně v anaerobních procesech transformace. Dalším kladem jsou minerální živiny, uvolněné při rozkladu organické hmoty. Ale když se organická látka oxidačně nerozkládá, nemůže uvolnit minerální živiny. Oproti tomu BIOM CZ (2012) uvádí, že fermentační produkty vznikající při anaerobní digesci by měly být využívány jako organické hnojivo. Ve srovnání s klasickými stájovými hnojivy (surová kejda) má digestát následující přednosti:

- dochází k redukci zápachu při manipulaci a hnojení
- koncentrace patogenů je významně redukována
- je omezena klíčivost semen plevelů
- snižuje se žravý účinek surové kejdy na plodiny

- obsah snadno rozložitelného uhlíku je redukován, ale žádoucí formy organického uhlíku (prekurzory humusových látek) v digestátu zůstávají
- obsah žádoucích živin (P, K, N apod.) je zachován
- celkově tak přispívá ke zlepšení odolnosti plodin a nižší spotřebě pesticidů

Použití vzniklého digestátu znamená pro zemědělce finanční úsporu z hlediska náhrady minerálních hnojiv. Digestát vyrobený anaerobní fermentací ze statkových hnojiv a rostlinných tkání převážně ze zemědělské výroby je považován za typové organické hnojivo. Používá-li producent digestát pro vlastní potřebu a není tudíž uváděn do oběhu, není nutné žádat o registraci hnojiva. Využití i dávkování digestátu jako hnojiva je srovnatelné s kejdou, s ohledem na obsah živin, především dusíku. Pro aplikaci platí obdobné zásady definované pro hnojení tekutými organickými hnojivy. Pro kukuřici je vhodné rozdělit celkovou aplikovanou dávku na 2 – 4 aplikace. První dávku je vhodné aplikovat při předset'ové přípravě, druhou ve fázi 4 – 6 listů. Případné další aplikace jsou závislé na aplikační technice a průjezdnosti porostem (Fuksa, 2009). Digescí však dochází k odbourání zdrojů organických látek a také k odbourání lehce rozložitelné organické hmoty. O tyto složky je půda při hnojení digestátem ochuzena. Meziplodiny a sláma přivádí do půdy energii prostřednictvím snadno rozložitelné organické hmoty, a tím kompenzují její ztráty při digesci kofermentů (Kordová, 2012).

## **2.6 Legislativa ke vztahu skladování a registrace digestátu**

Digestát v tuhém i tekutém stavu je považován jako organické hnojivo podle zákona č. 254/2001 Sb., o vodách, mezi tzv. závadné látky. Ten, kdo zachází se závadnými látkami, je povinen učinit taková opatření, aby nevnikly do podzemních nebo povrchových vod a neohrozily životní prostředí. Skladování tuhých a tekutých digestátů musí být prováděno podle vyhlášky č. 274/1998 Sb. „o skladování a způsobu používání hnojiv“ za podmínek, jaké jsou vyžadovány pro hnůj a kejdu. Aplikace digestátu musí být rovnoměrná po celém pozemku, je zakázáno aplikovat na půdu přemokřelou, zasněženou nebo promrzlou, je nutno zamezit vniknutí digestátu do povrchových vod nebo na sousední pozemek. Aplikace digestátu je předmětem evidence použitých hnojiv podle vyhlášky č. 274/1998 Sb. Ve zranitelných oblastech je třeba respektovat Nařízení vlády č. 103/2003 Sb., o



stanovení zranitelných oblastí a o používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření v těchto oblastech. Jde zejména o omezení hnojení dusíkem a respektování období zákazu hnojení. Dávka digestátu by měla vycházet z potřeby živin porostu pro předpokládaný výnos a kvalitu produkce, z množství přístupných živin a organické hmoty v půdě a ze stanovištních a pěstitelských podmínek. Ve státech EU se přesouvá použití tekutých digestátů ke hnojení rostlin z posklizňového do vegetačního období, a to z důvodu rychlého účinku obsaženého dusíku a z důvodů dobrých organoleptických vlastností digestátů, jak uvádí BIOM CZ (2012).

### **2.6.1 Registrace digestátu**

Zásady a pravidla registrace a ohlašování hnojiv se řídí zákonem č. 156/1998 Sb., o hnojivech, ve znění pozdějších předpisů, poslední novela č. 9/2009 Sb. Úprava zákona se zaměřuje kromě jiného také na digestát (Večeřová, 2010). Pokud hnojivo odpovídá typu uvedenému ve vyhlášce o stanovení požadavků na hnojiva (č. 474/2000 Sb.), stačí od roku 2009 pro uvedení do oběhu místo registrace pouze tzv. ohlášení podle § 3a zákona o hnojivech. Klír (2009) uvádí, že příkladem může být právě digestát.

Je to organické hnojivo vznikající anaerobní fermentací při výrobě bioplynu. Aby splňoval podmínky typu 18.1 e), musí být digestát vyroben výhradně ze statkových hnojiv (např. kejda) nebo objemných krmiv (např. kukuřice). Dále musí obsahovat nejméně 25 % spalitelných látek a 0,6 % celkového dusíku v sušině. Digestát ještě může projít mechanickou separací a tím se rozdělí na dvě složky – kapalnou (fugát) a tuhou (separát). Obě složky se pak posuzují zvlášť jako samostatná organická hnojiva.

### **Základní požadavky ÚKZÚZ podle Večeřové (2010):**

- Společně s žádostí o registraci by měl žadatel předložit vzorek digestátu nebo umožnit jeho odebrání, je také možné akceptovat rozbor vzorku provedeného jinou akreditovanou laboratoří.
- Při registraci digestátu rozsah příloh prakticky odpovídá požadavkům Metodického pokynu ministerstva životního prostředí – sekce ochrany klimatu a ovzduší a sekce technické ochrany životního prostředí – „K podmínkám schvalování bioplynových stanic před uvedením do oběhu.“
- Za účelem ověření, zda jsou vytvořeny předpoklady pro trvalé dodržování deklarované jakosti výroby, provádí ÚKZÚZ prověrku/návštěvu v BPS.
- Žadatel musí mít zpracovaný příbalový leták (nebo alespoň jeho návrh), kde je řešeno dávkování, druh plodiny, způsob aplikace (nejlépe např. aplikátorem s přímým zapravením do půdy, aby se zamezilo šíření zápachu do okolí).
- Žadatel musí předložit technologické schéma provozu BPS s vyznačeným místem vzorkování.
- Žadatel musí mít řešen režim vzorkování tak, aby odběr vzorku v rámci odborného dozoru byl totožný s odběrem vzorku v rámci vlastní výstupní kontroly.
- Vzorkovaný objem musí být homogenizovaný, to znamená, že musí být přítomno čerpadlo nebo musí být zajištěno promíchání jiným způsobem.
- Je nutné zajistit, aby na zemědělskou půdu bylo aplikováno hnojivo o vlastnostech, které jsou uvedeny v podmínkách registrace.
- U bioplynové stanice, kde se používá jako jedna ze vstupních surovin stabilizovaný kal z čistíren odpadních vod nebo jiné druhy odpadů, se při registraci vyžaduje stávající platný provozní řád v souladu se zákonem č. 185/2001 Sb., o odpadech, ve znění pozdějších předpisů.
- Pokud bioplynové stanice zpracovávají vedlejší živočišné produkty, spadají pod nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1774/2002 a musí plnit podmínky v něm stanovené, jako je hygienizace suroviny (pasterizace, vysokoteplotní hygienizace). V tomto případě požaduje ÚKZÚZ při registraci platné schválení Státní veterinární správou ČR.

### **2.6.2 Skladování digestátu**

Zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech udává, že organická hnojiva je třeba skladovat odděleně, označit je čitelným způsobem. Dále je třeba zajistit, aby nedošlo k jejich smíšení s jinými látkami a vést dokladovou evidenci o příjmu a výdeji. Podle vyhlášky č. 274/1998 Sb., skladování a způsobu používání hnojiv lze digestát (či fugát) skladovat v nepropustných nadzemních, popřípadě částečně zapuštěných nádrží či zemních jímkách. V případě tuhého digestátu jde o skladování ve stavbách zabezpečeným stejným způsobem jako stavby pro skladování tuhých statkových hnojiv. Je nutné vyloučit přítok povrchových či srážkových vod. Tuhý digestát, který je připravený pro vlastní účely ze statkových hnojiv může být před jeho použitím uložen na zemědělské půdě nejdéle po dobu 24 měsíců. Kapacita skladovacích prostor pro digestát musí odpovídat skutečné produkci (Sbírka zákonů České republiky).

## **3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST**

### **3.1 Metodika**

Cílem práce bylo získání dat týkajících se jak provozu BPS, tak i využí digestátu. Celkem bylo osloveno pět bioplynových stanic, kdy každá poskytla informace o použitém substrátu, výtěžnosti methanu, složení digestátu a jeho uplatnění. Provozovatelé bioplynových stanic vyplnili následující dotazník:

**Název bioplynové stanice:**

Nadmořská výška:

Rok uvedení do provozu:

Substrát:

Denní vsádka substrátu:

Výtěžnost methanu:

**Digestát (rozbor, pokud se provádí)**

Obsah sušiny:

Obsah N:

Obsah P:

Obsah K:

**Způsob aplikace**

Jaro:

Podzim:

## 3.2 Výsledky

Data z bioplynových stanic, které poskytli provozovatelé vyplněním dotazníků. Dotazníky jsou doplněné mým krátkým komentářem.

### **Bioplynová stanice Třeboň**

Nadmořská výška: 423 m

Rok uvedení do provozu: 2009

Substrát: Kukuřičná siláž, travní siláž

Denní vsádka substrátu: 42 t kukuřice, 6 t tráva

Výtěžnost metanu = produkce metanu: 6300 m<sup>3</sup>/den

### **Digestát:**

Sušina: 5,3 %

N: 0,37 %

P: 0,08 %

K: 0,32 %

### **Způsob aplikace:**

Podzim

- Přihnojování k plodinám (pšenice, žito, ječmen, řepka), hadicovým aplikátorem, dávka 10 m<sup>3</sup>/ha
- Na strniště (kukuřice) aplikace hadicovým aplikátorem a následné zapravení do půdy do 24 hod., dávka 30 m<sup>3</sup>/ha

Jaro

- Před setím (kukuřice, jarní ječmen), aplikace hadicovým aplikátorem a následné zapravení do půdy do 24 hod.

**Výsledek:** Výsledek je ve všech případech úspora minerálních hnojiv.

**Komentář:** Jedná se o první BPS v ČR, která se také může chlubit tím, že zřídili v Třeboni historicky první český „bioplynovod“. Tento plynovod měří 4,3 km a bioplyn přivádí do bioteplárny u lázní Aurora. V lázních je bioplyn používán k vytápění, ohřevu užitkové vody, bazénů apod. Město Třeboň, které lázně vlastní, tak ročně ušetří půl druhého milionu korun. Substrátem do bioplynové stanice je kukuřičná a travní siláž. Vzniklý digestát je využíván jako hnojivo a jeho odběr je zajištěn místními zemědělci. Hnojení probíhá na jaře i na podzim. Na jaře ke kukuřici a ječmenu před setím hadicovým aplikátorem, kdy je nutné digestát zapravit do 24 hodin od jeho aplikace. Na podzim se jím přihnojují ječmen, pšenice, žito a řepka. V tomto období je také aplikován na strniště (kukuřice) a to opět hadicovým aplikátorem. Jako největší výhodu uvedl provozovatel úsporu minerálních hnojiv.

## **Bioplynová stanice Žihle**

Nadmořská výška: 550 m

Rok uvedení do provozu: 2007

Substrát: kukuřičná siláž, senáž, hovězí a vepřová kejda

Denní vsádka substrátu: 55 t siláž, 10 t senáž, 30 t kejda

Výtěžnost metanu: neměří se, pouze sledují výtěžnost přes výrobu

el. energie 1,6 – 1,7 Wh el./kg organické sušiny

### **Digestát:**

Sušina: 3 %

Spalitelné látky: 1,5 %

N: 0,4 %

P: 0,1 %

K: 0,3 %

pH: 6,5 - 9,0

### **Způsob aplikace:**

Podzim

- Dávka dle příbalového letáku
- Zapravení hadicovým aplikátorem, před orbou nebo i na list (řepka na podzim)
- Plodina- obilniny, řepka

Jaro

- dávka dle příbalového letáku
- Zapravení před kukuřicí a záhy i po vzejití na list
- Plodina - především kukuřice a TTP

**Komentář:** Bioplynová stanice Žihle zpracovává především kukuřičnou siláž doplněnou o rostlinnou hmotu pěstovanou na přilehlém pozemku. Dále pak hovězí a vepřovou kejdu od hospodářských zvířat, které provozovatel chová. Součástí BPS je linka hygienizace na úpravu a zpracování kuchyňských odpadů. Hnojení digestátem probíhá na podzim k obilninám a řepce a na jaře především ke kukuřici a TTP. Výtěžnost methanu zde neměří, sledují ji však přes výrobu el. energie. Provozovatel uvedl, že digestát, je kvalitní hnojivo, které má dobrý vliv na kvalitu porostu, což je nejvíce viditelné u TTP.



## **Bioplynová stanice ZS Dubné a.s., Žabovřesky**

Nadmořská výška: 394 m

Rok uvedení do provozu: 2010

Substrát: kukuřičná siláž, travní senáž, chlévská mrva, hovězí kejda

Denní vsádka substrátu v prosinci 2012:

Kukuřice celkem 1,004 t, průměr na den 32378 kg

Senáž celkem 148769 kg, průměr na den 32378 kg

Mrva celkem 60031 kg, průměr na den 1936 kg

Kejda celkem 678 m<sup>3</sup>, průměr na den 21,9 m<sup>3</sup>

Výtěžnost methanu: Celkem za měsíc je produkce 397182 m<sup>3</sup> bioplynu, průměr na den 12812 m<sup>3</sup>. CH<sub>4</sub> je 52 % (střední hodnota), suma provozních hodin 738

### **Digestát:**

Sušina - 4,35 %

N – 0,29 %

P - 0,06 %

K – 0,29 %

### **Způsob aplikace:**

Podzim

- Dávka - 30 t aplikace na rozdrčenou slámu (řepná, obilná, kukuřičná)
- Zapravení podmítkou
- Plodina - řepka, obilnina, kukuřice

Jaro

- Dávka - 10 t meziřádkově hadicovým aplikátorem
- Bez zapravení
- Plodina - pšenice, travní porosty na orné půdě

**Komentář:** Bioplynová stanice ZS Dubné je dvoustupňovou BPS s kontinuálním provozem. El.energie je využívána stř. Žabovřesky a 95% je prodej do sítě firmě E.on. Jako substrát je použit kukuřičná siláž, travní senáž, chlévská mrva a hovězí kejda. Vzniklý digestát slouží také jako hnojivo. Na podzim se aplikuje ke kukuřici, řepce a obilninám, na jaře pak k pšenici a TTP. U TTP byl vizuální kontrolou potvrzen dobrý vliv digestátu na kvalitu porostu.

## **Bioplynová stanice Stádlec**

Nadmořská výška: 440 m

Rok uvedení do provozu: 2010

Substrát: kukuřičná siláž, kravský hnůj, hovězí kejda

Denní vsádka substrátu: 17t pevné směsi, 30m<sup>3</sup> kejda

Výtěžnost methanu: cca 50,5 %

### **Digestát:**

Sušina - 5,51 %

N - 0,395 %

P - 0,069 %

K - 0,307 %

Mg - 0,058 %

Ca - 0,197 %

### **Způsob aplikace:**

Podzim

- Dávka – 30 t/ha
- Zapravení zaoráním
- Plodina - pšenice ozimá

Jaro

- Dávka – 30 t/ha
- Zapravení zaoráním
- Plodina – kukuřice

**Komentář:** V bioplynové stanici Stádlec se jako vstupní suroviny používají kukuřičná siláž, kravský hnůj a hovězí kejda. Vzniklé odpadní teplo se využívá pro vlastní proces fermentace a vytápění prostorů zemědělského družstva. Digestát se využívá jako hnojivo a to jak na podzim, tak i na jaře. V obou případech aplikují 30 t/ha. Na podzim jej aplikují k pšenici, na jaře ke kukuřici.

### **Bioplynová stanice Chlebov (REPROGEN, a.s. Planá nad Luž.)**

Nadmořská výška: 414 m

Rok uvedení do provozu: 2011

Výkon bioplynové stanice: 0,8 MW

Substrát: Hovězí kejda, hovězí mrva, kukuřičná senáž

Denní vsádka substrátu: 12 m<sup>3</sup> kejdy, 4 t mrvy, 39 t kukuřičné siláže

Výtěžnost methanu: 56,5 - 57 % CH<sub>4</sub>

#### **Digestát:**

Sušina: 4,59 %

N: 0,32 %

K: 0,33 %

Rizikové látky v normě

#### **Způsob aplikace:**

Podzim

- Dávka: 20 t/ha
- Zapravení orbou
- Plodina: kukuřice

Jaro

- Plodina: ozimy, řepka na list

**Komentář:** Součástí stavby bioplynové stanice Chlebov byla také stavba skladovacího prostoru – silážní žlab o kapacitě 5,050 m<sup>3</sup>. Vstupní surovina pro výrobu elektrické energie je hovězí kejda, hovězí mrva a kukuřičná senáž. Vzniklý digestát je používán v rostlinné výrobě jako hnojivo. Na podzim se aplikuje 20t/ha ke kukuřici, na jaře k ozimům a řepce na list. Obsah dusíku v digestátu činí 0,32 %, což je srovnatelná hodnota s ostatními BPS.

### 3.3 Diskuze

V literárním přehledu uvádím, že hnojením digestátem lze docílit kvalitního porostu, odolnosti rostlin, zvýšení výnosu a v neposlední řadě snížení nákladů za minerální hnojiva. Námi oslovení provozovatelé BPS tuto skutečnost potvrdili. Dalo by se říci, že jako největší výhodu uvedli právě snížení nákladů za hnojiva minerální. Změnu ve výnosu s použitím a bez použití digestátu neporovnávají, protože pravdou zůstává, že provozovatelé BPS se snaží digestátu spíš zbavit. To, že má dobrý vliv na porost a dokáže částečně nahradit minerální hnojiva, je výhodou. Nejčastěji používaným substrátem u námi vybraných BPS je kukuřice a kejda, což potvrzuje údaje uváděné v literatuře. Digestát ze všech oslovených BPS splňoval limitní hodnoty rizikových prvků uvedené v Tab. 5. Může být tedy použit jako hnojivo. Ve všech případech byl digestát aplikován na podzim i na jaře a to na ornou půdu či TTP.

## 4. ZÁVĚR

Digestát vzniká v bioplynových stanicích jako zbytek, dalo by se říci i odpad při anaerobní fermentaci. Pohled na něj je však různý. Většina agronomů si již uvědomila jeho hodnotu. Všichni z námi oslovených provozovatelů uvedli, že používají digestát jako hnojivo. Na druhé straně se však stále najdou případy, kdy je na digestát pohlíženo jako na odpad a provádí se spíš jeho likvidace. Musíme si uvědomit, že při nakládání s digestátem nastává problém. Pokud se vzniklý digestát nepoužívá pro hnojení vlastních pozemků, musí být registrován. Legislativní požadavky jsou kladeny též na skladování digestátu. Aplikován může být jak k obilninám, řepce, TTP, nejčastěji však ke kukuřici. Máme několik možností aplikace digestátu, které se dají dle možností kombinovat. Aplikuje se na podzim (např. na strniště či směsky), kdy následuje okamžité zapravení, neboť hrozí vytěkání amoniaku do ovzduší a tím ztráta dusíku až 40%. Dále lze digestát použít na jaře před založením porostu při předseťové přípravě a v neposlední řadě je to použití v období vegetace pomocí hadicových aplikátorů. Výsledkem aplikace je vždy úspora minerálních hnojiv, pozitivní vliv na výnos a kvalitu porostu.

Složení digestátu je závislé na použitém substrátu. Například při použití trav, přechází většina minerálních látek také do digestátu. Proto není lehké porovnávat data z bioplynových stanic. Každá BPS je svým způsobem originálem a není možné, získat stejné hodnoty z rozboru dvou digestátů. Z poskytnutých informací je zřejmé, že rozhodujícími prvky je dusík, draslík a fosfor. Dle šetření se obsah dusíku pohyboval v hodnotách od 0,29 do 0,4 %. Následuje draslík s hodnotami kolem 0,3 %. Neméně důležitým prvkem je fosfor. Jeho obsah v sušině činil od 0,07 do 0,1 %. Světové zásoby fosforu jsou silně limitovány, z toho důvodu získává digestát efektivní využití jako hnojivo. Dojde tím k udržení fosforu v koloběhu zemědělského systému. Právě tyto tři prvky jsou důvodem, proč používat digestát jako hnojivo. Námi osloveni provozovatelé dále potvrdili tvrzení, že nejčastěji používaným substrátem je kukuřice, a že digestát lze aplikovat na ornou půdu či TTP.

Zda se jedná o hnojivo organické či minerální, není snadné říci. Označuje se jako organické hnojivo. Pro jeho použití platí podobná pravidla jako pro aplikaci kejdy, avšak svým rychlým účinkem se podobá spíše hnojivům minerálním. A to díky poměru C:N, který je pod 10:1, zatímco u hnoje je poměr 25:1, u slámy

dokonce 100:1. Navíc organické látky, které obsahuje, jsou v půdě těžko rozložitelné. Máme několik možností aplikace digestátu, které se dají dle možností kombinovat. Aplikuje se na podzim (např. na strniště či směsky), kdy následuje okamžité zapravení, neboť hrozí vytěkání amoniaku do ovzduší a tím ztráta dusíku až 40%. Dále lze digestát použít na jaře před založením porostu při předseťové přípravě a v neposlední řadě je to použití v období vegetace pomocí hadicových aplikátorů.

Ačkoli je digestát odpadem, lze ho použít jako hnojivo. Zda se jedná o hnojivo minerální či organické zůstává otázkou. Ze šetření vyplývá, že v každém případě lze při jeho použití ušetřit hnojiva minerální a tím pádem i značné finanční prostředky. Provozovatelé námi oslovených BPS hodnotí jeho vliv pozitivně.



## 5. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

### 5.1 Literatura

BENEŠOVÁ, L., HNAŤUKOVÁ, P., PIVOKONOSKÝ, M., 2005. Anaerobní digesce. In: FIALA, Jiří. *Sborník z mezinárodní konference: Biologicky rozložitelné odpady, jejich zpracování a využití v zemědělské a komunální praxi*. Náměšť nad Oslavou: ZERA, s. 38-44. ISBN 90-903548-0-7.

BRANDEJSOVÁ, E., PŘIBYLA, Z., 2009. *Bioplynové stanice: Zásady zřizování a provozu plynového hospodářství*. Praha: GAS s.r.o., ISBN 978-80-7328-192-2.

DOHÁNYOS, M., 2003. *BIOPLYN: příručka pro výuku, projekci a provoz bioplynových systémů*. První. Říčany: GAS s.r.o., ISBN 80-7328-029-9.

*Energie 21: Časopis obnovitelných zdrojů energie*. Kordová, J., Stanice vyrábí elektřinu, teplo i hnojivo. Praha: Profi press, s.r.o., 2012, roč. 2012, č. 5. ISSN 1803-0394.

HABART, J., 2009. Možnosti nakládání s bioodpady, anaerobní technologie. In: *Dejte šanci bioodpadu: Sborník přednášek k seminářům "Dejte šanci bioodpadu- získejte finanční prostředky z OPŽP"*. Praha: Občanské sdružení Ekodomov, s. 13-18. ISBN 978-80-903559-6-5.

JANOUCHOVÁ, R., 2012. Substráty a jejich využití v bioplynových stanicích. In: KAJAN, Miroslav. *Sborník konference: Výstavba a provoz bioplynových stanic*. Třeboň: ČOV, spol. s.r.o., s. 145-149.

KAJAN, M., ŠTINDL, P., 2007. Výstavba bioplynových stanic v ČR 2007-2013. In: KAJAN, Miroslav. *Sborník konference: Výstavba a provoz bioplynových stanic*. Třeboň: ČOV, spol. s.r.o., s. 5-11. ISBN -978-80-254-0422-5.

KÁRA, J., HUTLA, P., PASTOREK, Z., 2001. Anaerobní fermentace vlhkých organických materiálů - výroba bioplynu. In: PECHAROVÁ, Emilie. *EKOTREND 2001 - trvale udržitelný rozvoj: Sborník z mezinárodní konference pořádané k 10. výročí založení JU*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, s. 207-210. ISBN 80-7040-487-6.

KLÍR, J., 2011. Registrace, uskladnění a aplikace digestátu. In: KAJAN, Miroslav. *Sborník z konference: Výstavba a provoz bioplynových stanic*. Třeboň: ČOV, spol. s.r.o., s. 137-158. ISBN -978-80-260-0508-7.

KOUBOVÁ, J., JENÍČEK, P., 2009. Aktivita anaerobní biomasy jako nástroj pro hodnocení BPS. In: KAJAN, Miroslav. *Sborník konference: Výstavba a provoz bioplynových stanic*. Třeboň: ČOV, spol. s.r.o., s. 89-95. ISBN -978-80-254-5455-8.

KOUŘA, J., 2008. *Bioplynové stanice s mokřým procesem*. 1. vyd. Praha: Informační centrum ČKAIT, Metodické pomůcky k činnosti autorizovaných osob. ISBN 978-80-87093-33-7.

KOZUMPLÍKOVÁ, M., JAGOŠOVÁ, V., MINAŘÍK, M., PÍŠTĚK, V., 2010. Produkce bioplynu různými typy obilovin anaerobní digescí. In: KAJAN, Miroslav. *Sborník konference: Výstavba a provoz bioplynových stanic*. Třeboň: ČOV, spol. s.r.o., s. 141-142. ISBN -978-80-254-7903-2.

LEŠTINA, J., 2009. Biologické a ekonomické aspekty rostlinné produkce pro výrobu bioplynu. In: KAJAN, Miroslav. *Sborník konference: Výstavba a provoz bioplynových stanic*. Třeboň: ČOV Břilice, spol. s.r.o., s. 97-102. ISBN -978-80-254-5455-8.

SCHULZ, H., EDER, B., 2001. *Biogas - Praxis: Grundlagen, Planung, Anlagenbau, Beispiele*. Druhé. Freiburg: Die Deutsche Bibliothek - CIP - Einheitsaufnahme. ISBN 3-922964-59-1.

SOUČEK, J., 2005. Úprava surovin před zpracováním. In: FIALA, Jiří. *Sborník z mezinárodní konference: Biologicky rozložitelné odpady, jejich zpracování a využití v zemědělské a komunální praxi*. Náměšť nad Oslavou: ZERA, s. 34-37. ISBN 90-903548-0-7.

SOUČKOVÁ, H., MOUDRÝ, J., 2005. *Využití fytomasy pro energetické účely: Sborník vědeckých publikací z mezinárodního semináře "Nepotravinářské využití fytomasy"*. První. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. ISBN 80-7040-833-2.

STRAŠIL, Z. a kol., 2011 *Trávy jako energetická surovina*. První. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby. ISBN 978-80-7394-313-4.

*Úroda: Recenzovaný časopis pro rostlinnou produkci*. Agrofinal spol. s.r.o., Úspěchy při výrobě bioplynu z energetických plodin, Praha: Profi press s.r.o., 2011, roč. 2011, č. 9. ISSN 0139-6013.

VÁŇA, J., SLEJŠKA, A., 1998. *Bioplyn z rostlinné biomasy*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací. ISBN 80-86153-92-4.

VEJTASA, L., MURÁR, V., 2007. Energetické využití bioplynu v kogeneračních jednotkách. In: KAJAN, Miroslav. *Sborník konference: Výstavba a provoz bioplynových stanic*. Třeboň: ČOV, spol. s.r.o., s. 111-115. ISBN -978-80-254-0422-5.

## 5.2 Internet

Bioplynové stanice. *Via rustica: Občanské sdružení* [online]. 2011 [cit. 2013-02-13]. Dostupné z: <http://profesni-vzdelavani.viarustica.cz/page/bioplynove-stanice>

CZ Biom: Další možnosti využití bioplynu. *Biom.cz* [online]. 2013-12-18 [cit. 2013-01-16]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/dalsi-moznosti-vyuziti-bioplynu>>. ISSN: 1801-2655.

CZ Biom: Nakládání s digestátem, možnost využití jako kvalitní hnojivo. *Biom.cz* [online]. 2013-12-18 [cit. 2013-02-19]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/nakladani-s-digestatem-moznost-vyuziti-jako-kvalitni-hnojivo>>. ISSN: 1801-2655.

CZ Biom: Odborné stanovisko sekce Bioplyn k problematice zápachu z bioplynových stanic. *Biom.cz* [online]. 2007-09-18 [cit. 2013-02-19]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/odborne-stanovisko-sekce-bioplyn-k-problematice-zapachu-z-bioplynovych-stanic>>. ISSN: 1801-2655.

CZ Biom: Precizní příprava projektů bioplynových stanic. *Biom.cz* [online]. 2013-12-18 [cit. 2013-02-19]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/precizni-priprava-projektu-bioplynovych-stanic>>. ISSN: 1801-2655.

DOMANSKÁ, L.: Bioplynové stanice: Nová příležitost k podnikání. In. *Podnikatel.cz* [online]. 2007 [cit. 2013-02-19]. Dostupné z: <http://www.podnikatel.cz/clanky/bioplynove-stanice-nova-prilezitost-k-podnikani-1/>

FUKSA, P., HAKL, J.: Využití píce pro výrobu bioplynu. *Biom.cz* [online]. 2009-11-25 [cit. 2013-02-19]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyuziti-picnich-plodin-pro-vyrobu-bioplynu>>. ISSN: 1801-2655.

KÁRA, J., KOUTNÝ, R.: Využití fermentačních zbytků anaerobní digesce jako paliva. *Biom.cz* [online]. 2009-12-30 [cit. 2013-02-19]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyuziti-fermentacnich-zbytku-anaerobni-digesce-jako-paliva>>. ISSN: 1801-2655.

KLÍR, J.: Uvádění hnojiv do oběhu a registrace. In: *Agroweb* [online]. 2009 [cit. 2013-02-19]. Dostupné z: [http://www.agroweb.cz/Uvadeni-hnojiv-do-obehu-a-registrace\\_\\_s409x34526.html](http://www.agroweb.cz/Uvadeni-hnojiv-do-obehu-a-registrace__s409x34526.html)

KOLÁŘ, L., VANĚK, V., KUŽEL, S.: Využití odpadů z bioplynových stanic. Racionální použití hnojiv - sborník z konference. *Biom.cz* [online]. Dostupné z WWW: < <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyuziti-odpadu-z-bioplynovych-stanic> ISBN 978-80-213-2006-2

KÖTTNER, M., SHAN, M., SLADKÝ, V.: Bioplyn v Německu. *Biom.cz* [online]. 2003-10-06 [cit. 2013-02-19]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/bioplyn-v-nemecku>>. ISSN: 1801-2655.

KOUTNÝ, R.: Termické využití separtátu po anaerobní fermentaci biologicky rozložitelných odpadů. In: *EUROFERT* [online]. 2010 [cit. 2013-02-20]. Dostupné z: <http://www.eurofert.cz/news/termicke-vyuziti-separatu-po-anaerobni-fermentaci-biologicky-rozlozitelnych-odpadu/>

KUČA, R., OBROUČKA, K.: Možnosti zpracování obtížně využitelných organických odpadů procesem anaerobní digesce. *Biom.cz* [online]. 2011-11-29 [cit. 2013-01-16]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz-bioplyn/odborne-clanky/moznosti-zpracovani-obtizne-vyuzitelných-organických-odpadu-procesem-anaerobni-digesce>>. ISSN: 1801-2655.

PASTOREK, Z., KÁRA, J.: Výroba bioplynu z odpadních organických materiálů. Výzkumný ústav zemědělské techniky [online]. 2003 [cit. 2013-03-21]. Dostupné z: <http://svt.pi.gin.cz/vuzt/vyzkum/2003/kara.htm>

VÁŇA, J.: Využití digestátů jako organického hnojiva. *Biom.cz* [online]. 2007-04-25 [cit. 2013-02-13]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyuziti-digestatu-jako-organického-hnojiva>>. ISSN: 1801-2655.

VEČEŘOVÁ, V.: Příručka pro nakládání z digestátem a fugátem. *EAGRI* [online]. Brno, 2008 [cit. 2013-02-13]. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/web/file/32326/ETAPA\\_IV\\_Metodika\\_digestt\\_FV.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/32326/ETAPA_IV_Metodika_digestt_FV.pdf)

VEČEŘOVÁ, V.: Ohlašování a registrace digestátu. In: *Energie 21 web* [online]. 2010 [cit. 2013-02-19]. Dostupné z: [http://www.energie21.cz/archiv-novinek/Ohlasovani-a-registrace-digestatu\\_\\_s303x46876.html](http://www.energie21.cz/archiv-novinek/Ohlasovani-a-registrace-digestatu__s303x46876.html)

Vyhláška č. 274/1998 Sb. zákonů České republiky, o skladování a způsobu používání hnojiv

Zákon č. 156/1998 Sb. zákonů České republiky, o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech)

Zákon č. 165/2012 Sb. zákonů České republiky, o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů